



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO  
AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE  
DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA  
DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

**Heydy Valeska Godínez Bautista**

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

Coasesorado por el Ing. Alejandro López Pineda

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO  
AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE  
DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA  
DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HEYDY VALESKA GODÍNEZ BAUTISTA**

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL MONZÓN VALDEZ  
COASESORADO POR EL ING. ALEJANDRO LÓPEZ PINEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Dinna Lissette Estrada Moreira
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 26 de Julio 2010.



Heydy Valeska Godínez Bautista



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **HEYDY VALESKA GODÍNEZ BAUTISTA**, titulado: **"EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCTOS QUÍMICOS"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

  
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía; C.Dr.  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, enero de 2012



Cc: Archivo  
WGAM/dte

Guatemala 27 de Octubre 2011

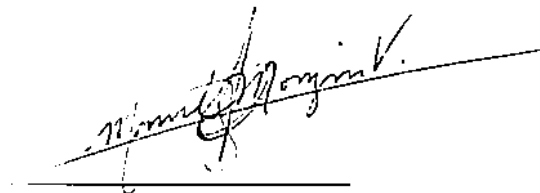
Dirigida a:

Ing. Williams Álvarez Mejía, M.Sc.

Estimado Ingeniero Williams reciba un cordial saludo de mi parte. El motivo de la presente es para informarle que:

He revisado y aprobado el Informe final de Trabajo de Graduación de la estudiante Heydy Valeska Godínez Bautista con número de carné 200511999 de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el tema "Evaluación de Cetrimida, Clorexidina y Cloruro de Benzalconio como agentes activos para la formulación de un detergente desinfectante de superficies y descripción del proceso de producción para una planta de productos químicos".

Me despido de usted, atentamente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Víctor Monzón", is written over a horizontal line. The signature is slanted and includes a large, stylized initial.

Ing. Víctor Monzón

Colegiado 656

Guatemala 26 de Octubre 2011

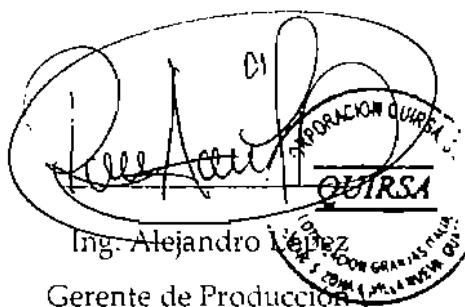
Dirigida a:

Ingeniero Williams Álvarez Mejía

Estimado Ingeniero Williams reciba un cordial saludo de mi parte. El motivo de la presente es para informarle que:

he revisado y aprobado el Informe final de Trabajo de Graduación de la estudiante Heydy Valeska Godínez Bautista con número de carné 200511999 de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el tema "Evaluación de Cetrimida, Clorexidina y Cloruro de Benzalconio como agentes activos para la formulación de un detergente desinfectante de superficies y descripción del proceso de producción para una planta de productos químicos".

Me despido de usted, atentamente:

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Alejandro Mejía'. The signature is written over a circular stamp. The stamp contains the text 'CORPORACION QUIRSA' at the top, 'QUIRSA' in the center, and 'FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA' at the bottom. There is also a small 'DI' written above the signature.

Ing. Alejandro Mejía  
Gerente de Producción

Control de Calidad Corporación QUIRSA.,  
Coasesor.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 29 de noviembre 2011  
Ref.EIQ.TG.312.2011

Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-70-2010-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERA QUÍMICA a la estudiante universitaria, Heydy Valeska Godínez Bautista, identificada con carné No. 2005-11999, titulado: "EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCTOS QUÍMICOS ", el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Víctor Manuel Monzón Valdez.

Habiendo encontrado el referido informe final satisfactorio, se procede a recomendarle autorice al estudiante Godínez Bautista, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Inga. Teresa Lisaly de León Arana, M.Sc.  
COORDINADORA  
Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación



C.c.: archivo

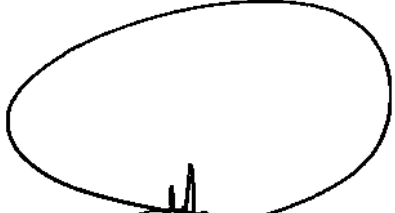




DTG. 026.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE CETRIMIDA, CLOREXIDINA Y CLORURO DE BENZALCONIO COMO AGENTES ACTIVOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN DETERGENTE DESINFECTANTE DE SUPERFICIES Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA PLANTA DE PRODUCTOS QUÍMICOS**, presentado por la estudiante universitaria **Heydy Valeska Godínez Bautista**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 23 de enero de 2012.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme sabiduría, fuerza e iluminación para permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más en mi carrera.

### **Mis padres**

Cristóbal Godínez y Alma Bautista, por darme la vida, su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Gracias por guiarme sobre el camino de la educación, por darme una carrera para mi futuro y creer en mí.

### **Mis hermanos**

Sindy y Dolman, por ser mi inspiración para lograr este triunfo, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

### **Mis amigos**

Quisiera nombrar a cada uno de ustedes, pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, a todos los quiero mucho. Gracias por estar conmigo y compartir tantas experiencias, desveladas y triunfos. Por los momentos llenos de felicidad, por su apoyo incondicional en los momentos tristes. Siempre ocuparan un lugar especial en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ingeniería**

Por el nivel académico que exige para lograr ser un verdadero profesional en el campo laboral.

**Prelado del Opus Dei**

Por ser mi guía espiritual y brindarme sabios consejos.

**A mis tíos, tías, primos y primas**

Por su amor y apoyo.

**Ing. Víctor Monzón, Ing. Manuel Tay, Ing. Víctor de León e Inga. Lisely de León**

Por sus enseñanzas y colaboración para el correcto desarrollo de mi trabajo de graduación.

**Shilonen Camposeco, Karen Vásquez y Carmen Navas**

Por ser mis amigas, gracias por su apoyo, ayuda y sobre todo por su amistad en el transcurso de la carrera.

**Mario Fonseca**

Por su tiempo, apoyo y comprensión en la realización de este trabajo de graduación.

**Gabriela Moreno**

Por tus valiosos consejos, amistad y apoyo incondicional. Te quiero mucho.

**Quirsa**

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación y dejarles algo de los conocimientos propios como beneficio a la empresa.



2.3.2.	Características del desinfectante ideal .....	12
2.3.3.	Tipos de desinfectante según su mecanismo de acción..	13
2.3.3.1.	Agentes que lesionan la membrana celular ....	13
2.3.3.1.1.	Detergentes .....	13
2.3.3.1.2.	Fenol .....	15
2.3.3.1.3.	Alcoholes .....	15
2.3.3.2.	Agentes desnaturalizantes de proteínas.....	15
2.3.3.3.	Agentes modificadores de grupos funcionales.....	16
2.3.3.3.1.	Metales pesados.....	16
2.3.3.3.2.	Halógenos.....	16
2.4.	Descripción materia prima .....	17
2.4.1.	Cloruro de Benzalconio.....	17
2.4.2.	Clorexidina.....	18
2.4.3.	Cetrimida .....	18
2.4.4.	Producto comercial para comparar.....	18
2.5.	Determinación del número microbiano .....	19
2.6.	Pruebas en suspensión .....	20
2.6.1.	Coeficiente fenólico .....	20
2.6.2.	Pruebas de placas de agar .....	21
2.7.	Planta de proceso.....	21
2.7.1.	Modelo de administración de proceso .....	22
2.7.1.1.	Modelo SIPOC .....	22
2.7.1.2.	Diagrama de flujo.....	23
2.7.1.3.	Tabla de control .....	23
2.7.2.	Equipo para producción.....	24
2.7.2.1.	Mezclado.....	24
2.7.2.2.	Tanques agitados .....	25
2.7.2.2.1.	Agitadores de hélice.....	27

2.7.2.2.2.	Agitadores de paletas.....	28
2.7.2.2.3.	Agitadores de turbina .....	29
2.7.2.3.	Diseño estándar de turbina .....	31
2.7.2.4.	Patrones de flujo .....	31
2.7.2.5.	Prevención del vórtice .....	32
2.7.2.6.	Consumo de potencia .....	33
2.8.	Bomba centrífugas.....	34
2.9.	Válvulas de compuerta.....	34
2.10.	Almacenamiento de líquidos .....	36
2.11.	Llenado de líquido.....	36
2.12.	Desechos industriales.....	36
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
3.1.	Variables.....	39
3.2.	Delimitación de campo de estudio .....	40
3.3.	Recursos humanos disponibles .....	41
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	42
3.4.1.	Cepas estándar.....	43
3.4.2.	Reactivos .....	43
3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa.....	44
3.5.1.	Obtención y preparación de muestras .....	44
3.5.2.	Pruebas microbiológicas .....	45
3.5.2.1.	Método recuento aeróbico en placa Hisopado .....	45
3.5.2.2.	Comparación con el coeficiente fenólico modificado.....	47
3.5.2.3.	Porcentaje de eliminación .....	49
3.5.3.	Evaluación fisicoquímica.....	50
3.5.3.1.	Determinación de viscosidad.....	50

3.5.3.2.	Determinación de densidad .....	51
3.5.3.3.	Determinación de pH .....	52
3.5.3.4.	Determinación de color .....	53
3.5.3.5	Determinación de olor .....	53
3.5.4.	Descripción del proceso de producción .....	54
3.5.5.	Manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos .....	56
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información .....	57
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información .....	73
3.8.	Análisis estadístico .....	80
4.	RESULTADOS .....	85
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	95
CONCLUSIONES.....		101
RECOMENDACIONES .....		103
BIBLIOGRAFÍA.....		105
APÉNDICES.....		109
ANEXOS.....		137



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Fase de crecimiento de una población bacteriana .....	4
2.	Tipología de los productos químicos .....	8
3.	Tipo de flujo .....	26
4.	Agitadores de hélice .....	27
5.	Agitadores de paleta .....	28
6.	Agitadores de turbina .....	29
7.	Variedad de agitadores .....	30
8.	Viscosidad versus tipo de agitador .....	30
9.	Mediciones de turbina .....	31
10.	Patrón de flujo con agitador no centrado .....	32
11.	Válvula de compuerta .....	35
12.	Listado de colores .....	68
13.	Diagrama de proceso .....	69
14.	Abreviatura de variables .....	70
15.	% Eliminación versus detergente, <i>Pseudomona</i> .....	86
16.	% Eliminación versus detergente, <i>E.coli</i> .....	86
17.	% Eliminación versus detergente, <i>Staphylococcus</i> .....	87
18.	t Student .....	87
19.	t Student viscosidad .....	88
20.	t Student densidad .....	89
21.	t Student pH .....	89
22.	t Student % eliminación <i>Pseudomona</i> .....	90

23.	t Student % eliminación <i>Staphylococcus</i> .....	90
24.	t Student % eliminación <i>E.coli</i> .....	91
25.	Diagrama de flujo.....	92
26.	Esquema de proceso .....	94

## TABLAS

I.	Cantidad de materia prima .....	39
II.	Tipo de microorganismos .....	40
III.	Formulación del detergente desinfectante de superficie .....	57
IV.	Porcentaje en peso para el Cloruro de Benzalconio .....	57
V.	Porcentaje en peso para el Clorexidina de Gluconato .....	58
VI.	Porcentaje en peso para el Cetrimida .....	58
VII.	Conteo de colonias Método Hisopado <i>Pseudomona</i> .....	59
VIII.	Conteo de colonias Método Hisopado <i>Staphylococcus</i> .....	59
IX.	Conteo de colonias Método Hisopado <i>E.Coli</i> .....	60
X.	UFC utilizando <i>Pseudomona</i> .....	60
XI.	UFC utilizando <i>Staphylococcus</i> .....	61
XII.	UFC utilizando <i>E.coli</i> .....	61
XIII.	Datos originales prueba coeficiente fenólico <i>E.Coli</i> .....	62
XIV.	Datos originales prueba coeficiente fenólico <i>Staphylococcus</i> .....	62
XV.	Datos originales prueba coeficiente fenólico <i>Pseudomona</i> .....	63
XVI.	Datos originales de fenol <i>Staphylococcus</i> .....	63
XVII.	Datos originales de fenol con <i>E.Coli</i> .....	63
XVIII.	Datos originales de fenol <i>Pseudomona</i> .....	64
XIX.	% Eliminación con el microorganismo <i>Pseudomona</i> .....	64
XX.	% Eliminación con el microorganismo <i>Staphylococcus</i> .....	65
XXI.	% Eliminación con el microorganismo <i>E.Coli</i> .....	65
XXII.	Viscosidad.....	66

XXIII.	Densidad .....	66
XXIV.	pH.....	67
XXV.	Pruebas de color .....	68
XXVI.	Pruebas de olor .....	68
XXVII.	Modelo SIPOC.....	70
XXVIII.	Tabla de control.....	71
XXIX.	Especificaciones de equipos .....	71
XXX.	Promedio colonias con el microorganismo <i>Pseudomona</i> .....	73
XXXI.	Promedio colonias con el microorganismo <i>Staphylococcus</i> .....	74
XXXII.	Promedio colonias con el microorganismo <i>E.coli</i> .....	74
XXXIII.	Promedio UFC con el microorganismo <i>Pseudomona</i> .....	75
XXXIV.	Promedio UFC con el microorganismo <i>E.coli</i> .....	75
XXXV.	Promedio UFC con el microorganismo <i>Staphylococcus</i> .....	76
XXXVI.	Promedio prueba coeficiente fenólico.....	76
XXXVII.	Promedio prueba coeficiente fenólico desinfectante .....	77
XXXVIII.	Promedio de valor prueba coeficiente fenólico .....	77
XXXIX.	Promedio % eliminación con el microorganismo <i>Pseudomona</i> .....	78
XL.	Promedio % eliminación con el microorganismo <i>Staphylococcus</i> ..	78
XLI.	Promedio % eliminación con el microorganismo <i>E.coli</i> .....	79
XLII.	Promedio resultados fisicoquímicos .....	79
XLIII.	Estadístico de prueba para viscosidad .....	80
XLIV.	Estadístico de prueba para densidad .....	80
XLV.	Estadístico de prueba para pH .....	81
XLVI.	Estadístico de prueba para % eliminación con <i>Pseudomona</i> .....	81
XLVII.	Estadístico de prueba para % eliminación con <i>Staphylococcus</i> .....	81
XLVIII.	Estadístico de prueba para % eliminación con <i>E.coli</i> .....	82
XLIX.	Error estándar.....	82
L.	Error estándar % eliminación.....	82
LI.	t Student crítico.....	82

LII.	Probabilidad de ocurrencia.....	83
LIII.	Resultados de la caracterización fisicoquímica.....	85
LIV.	Resultados de la caracterización microbiológica.....	85
LV.	Resultado de diferencia entre los agentes .....	88

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>J</b>	Anchura de los deflectores
<b>W</b>	Anchura de rodete
<b>H</b>	Altura del líquido en el tanque
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza
<b>S</b>	Desviación estándar
<b>D<sub>t</sub></b>	Diámetro de impulsor
<b>D<sub>t</sub></b>	Diámetro de tanque
<b>H<sub>i</sub></b>	Hipótesis alternativa
<b>H<sub>o</sub></b>	Hipótesis nula
<b>H</b>	Hora
<b>J/s</b>	Joule por segundo
<b>J/kg</b>	Joule por kilogramo
<b>kg/h</b>	Kilogramo por hora
<b>Lb</b>	Libra
<b>L</b>	Litro
<b>μ<sub>1</sub></b>	Media
<b>m</b>	Metro
<b>N</b>	Velocidad de giro
<b>ft</b>	Pie
<b>%</b>	Porcentaje
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b><math>\bar{x}_1</math></b>	Promedio
<b>in</b>	Pulgada

**RPM**

Revolución por minuto

**RPH**

Revolución por hora

**t**

t de Student

## GLOSARIO

<b>Agente activo</b>	Aditivo que reduce la tensión en la superficie del agua.
<b>Alcalinidad</b>	Estas se caracterizan por que liberan iones de hidroxilo (OH-) cuando se disuelven en agua además también conducen electricidad en solución acuosa, su consistencia es jabonosa y se le denominan a las bases electrolitos.
<b>Amonio cuaternario</b>	Compuesto químico, de origen orgánico, utilizado como desinfectante.
<b>Bactericida</b>	No produce la muerte a una bacteria, impide su reproducción; la bacteria envejece y muere sin dejar descendencia.
<b>Cepa</b>	Es una variante genotípica de una especie o, incluso, de un taxón inferior, usualmente propagada clonalmente, debido al interés en la conservación de sus cualidades definitorias.
<b>Cloruro de Benzalconio</b>	Compuesto químico, de origen orgánico, perteneciente al grupo de sales de amonio cuaternario, utilizado en la desinfección.

<b>Coeficiente fenólico</b>	Prueba que compara el poder bactericida de un compuesto dado versus el fenol. El resultado se expresa como un número que indica las veces que el desinfectante es más potente que el fenol.
<b>Desinfección</b>	Proceso de eliminación de microorganismos en sus formas de desarrollo, pero no necesariamente de las esporas resistentes.
<b>Desinfectante</b>	Agente químico utilizado en el proceso de desinfección de objetos y superficies.
<b>Detergente</b>	Sustancias que tienen la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo.
<b>Escherichia coli</b>	Se trata de una enterobacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales.
<b>Fenol</b>	Compuesto químico de origen orgánico. Considerado como el primer desinfectante y utilizado como estándar de comparación.
<b>Impulsor</b>	También conocido como hélice, constituido por un número variable de aspas o palas que, al girar alrededor de un eje, producen una fuerza propulsora.



<b>Materia prima</b>	Producto que es transformado antes de ser vendido a los consumidores.
<b>Número de Reynolds</b>	Es un grupo adimensional utilizado en mecánica de fluidos para caracterizar el movimiento de un fluido.
<b>pH</b>	Valor que indica la concentración de iones de hidrogeno en la solución de la fuente, indica la alcalinidad o acidez. La escala es de 0 a 14, siendo 7 el punto neutro. Todas las soluciones que tienen un pH menor 7 son de tipo ácidos y las que tienen más que 7 son alcalinos.
<b>Pseudomona aeruginosa</b>	Bacteria patógena que se usa como microorganismo de estudio. Es una de las más difíciles de erradicar.
<b>Secuestrante</b>	Productos químicos que se combinan con sales de calcio y magnesio, como los que se encuentran en el agua dura, para formar compuestos solubles en agua que generalmente mejoran la operación de los detergentes.
<b>Staphylococcus aureus</b>	Bacteria patógena que se usa como microorganismo de estudio. Produce enfermedades comunes en las vías respiratorias.

**Stock**

Es el nombre que se le da al inventario, o sea que lo que se tiene en *stock* comprende todo el lote de productos que están en un depósito.

**Surfactante**

Producto químico que reduce la tensión superficial de los líquidos, facilitando la acción de un detergente.

## RESUMEN

Se evaluó la aplicación de tres agentes activos siendo estos Cloruro de Benzalconio, Clorexidina y Cetrimida variando sus concentraciones para la elaboración de un detergente desinfectante de superficies. Las muestras de desinfectante para cada uno de los agente activos se analizaron fisicoquímicamente determinando su densidad, viscosidad, pH, color y aroma.

Se realizaron pruebas microbiológicas a tres microorganismos (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Escherichia coli* ATCC 25922) para obtener el % de eliminación y comprobar la eficacia del desinfectante utilizando los tres agentes activos, las pruebas realizadas fueron la de hisopado y la de coeficiente fenólicos obteniendo los resultados: Cloruro de Benzalconio 99,60 % (*Pseudomonas*), 99,4% (*Staphylococcus*) y 98,94% (*E.coli*); Clorexidina 99,57% (*Pseudomonas*), 98,94% (*Staphylococcus*) y 97,49% (*E.coli*) y Cetrimida 99,27% (*Pseudomonas*), 97,70% (*Staphylococcus*) y 97,62% (*E.coli*).

Se describió además el proceso de producción para una capacidad de 2 000 L de desinfectante al día, estableciendo la secuencia de pasos y distribución de equipos a utilizar dentro de la planta de productos químicos. Para lo cual se determinó su diagrama de flujo, diagrama de proceso, modelo SIPOC, tabla de control para dicho proceso y tratamiento de los desechos generados en la producción.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar tres agentes activos para la formulación de detergente desinfectante de superficies y describir el proceso de producción para una planta de productos químicos.

### **Específicos**

1. Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente tres detergentes desinfectantes (VAL 1, VAL 2 y VAL 3).
2. Determinar cuál de los tres agentes activos tiene mayor efectividad para eliminar el 99.99% de microorganismos.
3. Evaluar la diferencia significativa entre los tres agentes activos.
4. Describir el proceso de producción para la elaboración del detergente desinfectante.

# HIPÓTESIS

Es posible realizar la evaluación de 3 agentes activos en la formulación de un desinfectante.

## Hipótesis estadística

### Hipótesis Nula

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa en los resultados de desinfección entre el detergente desinfectante (VAL 1, VAL 2 Y VAL 3) formulado y el de referencia.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

### Hipótesis Alternativa

H<sub>a</sub>: Si existe diferencia significativa en los resultados de desinfección entre el detergente desinfectante (VAL 1, VAL 2 Y VAL 3) formulado y el de referencia.

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

## INTRODUCCIÓN

Las superficies son lugares propicios para la proliferación de microorganismos dañinos para la salud del ser humano. Muchas sustancias químicas son capaces de inhibir o eliminar estos microorganismos, sin embargo no existe un producto que sea capaz de convertirse en el agente químico ideal para el control microbiológico; ya que deberá cumplir una serie de propiedades difícil de reunir en uno solo.

Guatemala cuenta con una gran variedad de detergentes desinfectantes para superficies en el mercado; sin embargo en la Planta de Productos Químicos (lugar de evaluación), no se cuenta con este tipo de producto por lo que es necesario su desarrollo y producción. Basado en lo anterior, la presente investigación busca generar información acerca de la formulación de un detergente desinfectante.

Para dicho estudio se cuenta con tres agentes activos Cloruro de Benzalconio, Clorexidina y Cetrimida que se van a evaluar a tres diferentes concentraciones con la finalidad de evaluar su poder de desinfección y comprobar su eficacia contra los microorganismos (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*); realizando pruebas microbiológicas tales como el recuento aeróbico en placa método hisopado y el coeficiente fenólicos para estas cepas.

Al mismo tiempo se evaluaron las pruebas fisicoquímicas como color, aroma, pH, densidad y viscosidad haciendo comparación a nivel laboratorio con un típico y conocido desinfectante comercial. Cada uno de los análisis se realizó en el Laboratorio de Referencia Microbiológico (LAMIR) y en la Planta de Productos Químicos.

Para alcanzar dicha finalidad se describirá el proceso de producción teniendo como base 2 000 L/día para iniciar actividades que incluya el diagrama de flujo, equipo necesario para la producción, identificación de los puntos de control, tabla de control, modelo que se utiliza para definir el proceso SIPOC, tratamiento de los desechos sólidos y líquidos que son generados en la producción.

La información que se genere por medio de este documento, servirá para que la Planta de Productos Químicos tenga una base de cómo puede ser el desarrollo del proceso de producción de un detergente desinfectante en sus instalaciones.



## 1. ANTECEDENTES

Descripción del último trabajo que se ha realizado con tema relacionado a desinfectantes en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Química y Normas relacionadas.

- Comparación de la capacidad bactericida del alcohol etílico 95%, amonio cuaternario y PVP iodine como ingredientes activos de los desinfectantes por el método del coeficiente fenólico. Trabajo de Graduación de la Facultad de Ingeniería Química por la estudiante Ana Lucía Canahuí.

### Normas de COGUANOR

- Detergentes desinfectantes basados en fenólicos. Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 30028, Ministerio de Economía.
- Detergentes desinfectantes basados en compuestos cuaternarios de amonio. Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 30025, Ministerio de Economía.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Microorganismos**

Un detergente desinfectante para superficies ataca a microorganismos por lo que a continuación se ampliará el tema que es de suma importancia. Los microorganismos están presentes en el ambiente, el aire, el suelo, las superficies, es por eso que se necesita un detergente desinfectante siendo un agente químico complejo que reduce la cantidad de microorganismos presentes, con propiedades y características que dependen no sólo de su formulación sino del área aplicación y tiempo de residencia.

#### **2.1.1. Curvas de población bacteriana**

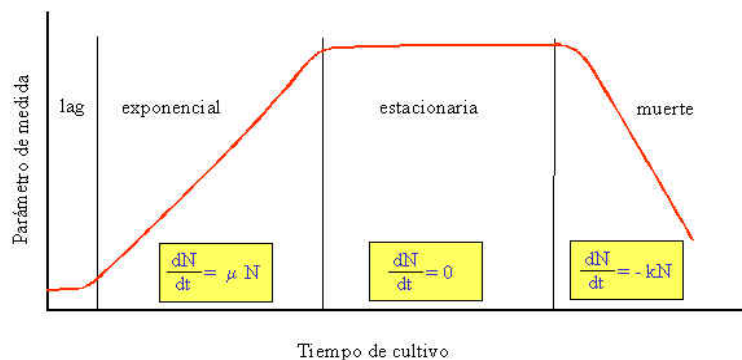
“La curva de población bacteriana es el comportamiento que tiene el microorganismo al variar con el tiempo. Se emplean los logaritmos para representar claramente el número de microorganismos y en esta forma presentar con exactitud los cambios de población cuando los recuentos dan cifras bajas y muestran aún los recuentos máximos.”<sup>1</sup> Se divide en cuatro fases las cuales son:

- Fase Lag o de aumento de tamaño de las células: el crecimiento generalmente no principia de inmediato sino después de cierto tiempo. La primera fase de la curva de población en un cultivo bacteriano es la de aumento de tamaño celular, también se le conoce como fase de retardo.

<sup>1</sup> BROCK, Thomas. Microbiología. p. 258.

- Fase exponencial: en ella la velocidad de crecimiento es máxima y el tiempo de generación es mínimo. Durante esta fase las bacterias consumen los nutrientes del medio a velocidad máxima. La evolución del número de células durante esta fase se explica con el modelo matemático. Esta fase corresponde a la de infección y multiplicación dentro del organismo del agente infeccioso.
- Nivel estacionario máximo: período durante el cual el crecimiento de una población cesa. Los recuentos totales (células vivas además de las muertas) durante este intervalo aumentan lentamente y pueden emplearse para calcular el índice o velocidad de muerte.
- Fase de muerte: se produce una reducción del número de bacterias viables del cultivo. La muerte de las células en un cultivo frecuentemente tiende a seguir una curva exponencial o logarítmica, en la que la mitad de las células sobrevivientes mueren en cada intervalo cronológico igual.

Figura 1. **Fase de crecimiento de una población bacteriana**



Fuente: BROCK, Thomas. Microbiología. p. 258.

## **2.1.2. Medios de cultivo**

“Es la combinación sólida o líquida de nutrientes y agua. Usualmente incluye sales inorgánicas, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos. Permitiendo un buen crecimiento de los microorganismos.”<sup>2</sup>

### **2.1.2.1. Tipos y características de los medios de cultivo**

Hay diferentes puntos de vista mediante los cuales se clasifican los medios de cultivo los cuales son:

- Medios de cultivo sólidos: medios que en su composición contienen agar-agar, el producto final se dispensa en recipientes de contención como la caja de petri o el tubo de ensayo. Pueden ser gelificantes de agar y gelrita siendo más económica.

La dureza del medio depende principalmente de:

- pH: es necesario un pH de 3.5-4.0 como mínimo para que el gelificante actúe; a pH menor de 3.5 el medio se puede licuar.
- Medios de cultivo líquido: medios que difieren de los medios sólidos que no contiene agar-agar en su composición. El producto final se dispensa básicamente en tubos de ensayo o envases para medios de cultivo.

El uso del medio líquido ofrece las siguientes ventajas:

- Facilita la absorción de nutrientes por parte del microorganismo
- Es más fácil la manipulación para cambiar medios
- Existen algunas especies que crecen mal en medio líquido

## **2.2. Formulación**

Luego de tener la información de los microorganismos se debe de continuar con ampliar el tema de formulación para generar el nuevo producto tomando en cuenta los distintos aspectos que se debe de cuidar. Por lo que la formulación abarca el saber hacer necesario para el desarrollo y fabricación de un producto comercial caracterizado por su valor de uso y en respuesta a una lista de especificaciones preestablecidas.

Un producto formulado se obtiene por asociación y mezcla de diversas materias primas de origen sintético o natural, entre las cuales se distinguen por lo general a las materias activas que cumplen la función principal y los auxiliares de formulación que aseguran las funciones secundarias, facilitando la preparación o puesta a punto de un producto comercial, o prolongan su duración.

La formulación toca, por lo tanto, a todas las industrias de transformación de la materia, desde la producción de las materias primas aguas arriba hasta el producto final aguas abajo, que están en contacto directo con el consumidor final (industrial o público), fabricando formulaciones listas para su empleo.

Las industrias químicas están relacionadas con la formulación ya que ellas fabrican las materias activas y auxiliares de formulación. Estos compuestos, se conocen comúnmente como especialidades químicas, que son comercializadas más por las propiedades funcionales que le confieren a la mezcla final (color, espesor, capacidad de formar películas, etc) que por criterios químicos (estructura molecular, pureza, etc.).

En definitiva, la formulación concierne a todas las aplicaciones de productos químicos, naturales o sintéticos. Tiene como objetivo obtener el mejor compromiso posible entre resultados, facilidades de uso y seguridad a un costo mínimo. Este compromiso evoluciona constantemente con los modos y niveles de vida de la población y constituye el campo de competición entre las empresas.

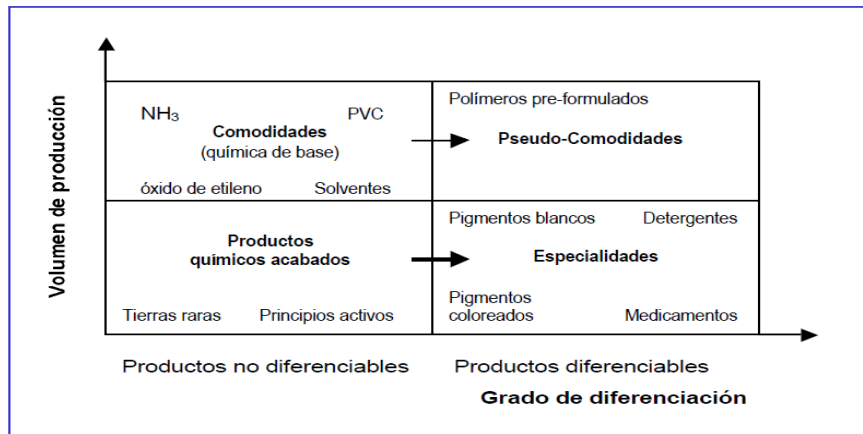
### **2.2.1. Clasificación de industria de formulación**

Todas las industrias productoras de materias primas o de productos terminados destinados a otras industrias o al consumidor final son llevadas, tarde o temprano, a formular sus productos para adaptarlos a las necesidades reales de sus clientes.

#### **2.2.1.1. Matriz de Kline**

Tipología de Kline basada en criterios económicos e ilustrada en la figura 2, permite determinar las relaciones entre las industrias encargadas de producir las materias primas y las encargadas de asociarlas. Inicialmente hecha para clasificar las industrias químicas, puede sin dificultad ser extendida a otras industrias relacionadas con la formulación. En ella se clasifican los productos según dos criterios: abscisa (grado de diferenciación) y ordenada (volumen de producción).

Figura 2. **Tipología de los productos químicos**



Fuente: CARPENTER, Philip. Microbiología. p. 217.

## 2.2.2. Características de la formulación

Para poder generar una fórmula es necesario que cuente con varios elementos que a continuación se detallan.

### 2.2.2.1. Materias primas para la formulación

Entre los constituyentes de una fórmula, hay que distinguir a las materias activas (llamadas principios activos) que cumplen las funciones de uso principales y los auxiliares de formulación (o aditivos, coadyuvantes, excipientes) que desempeñan diferentes papeles: asegurar las funciones de uso secundarias que figuran en las especificaciones, exaltar la eficacia de las materias activas, facilitar la preparación y aplicación del producto, mejorar su presentación y su conservación.



#### **2.2.2.1.1. Materia activa**

Por definición, las materias activas son los ingredientes más importantes de una fórmula ya que cumplen con la función principal buscada.

#### **2.2.2.1.2. Auxiliares de formulación**

De manera general, un producto constituido exclusivamente de materias activas no será útil. Hay entonces que asociarles un número a veces muy importante de auxiliares de formulación para permitirle cumplir su o sus funciones de uso. Existe un número importante de coadyuvantes que ayudan a mejorar el desempeño del producto en todas las etapas de su vida.

- Los activadores y los moderadores son introducidos en la fórmula para exaltar el efecto de los activos (secantes, catalizadores). Los otros campos de la formulación recurren igualmente a aditivos cuya única función es la de aumentar la eficacia de la materia activa.
- Los aditivos sensoriales le dan al producto un olor, un sabor o una sensación táctil particular. Pueden entonces ser considerados como materias activas (campo agro alimentario y de la perfumería) o aditivos (campo de la farmacia y de los productos de mantenimiento) según la importancia que tengan estas propiedades en el valor de uso del producto.
- Los modificadores del aspecto se parecen a los aditivos anteriores ya que actúan sobre otro sentido, la vista.

- Los aditivos de procesos reúnen a una gran gama de compuestos ya que incluyen a todos los auxiliares de formulación que facilitan las operaciones de preparación del producto y su aplicación.
- Los diluyentes y las cargas (o relleno) pueden ubicarse en esta categoría aunque no desempeñen ningún rol en la eficacia de la fórmula. En efecto, son a menudo introducidos en la fórmula para bajar su costo y aumentar su volumen o su peso.
- Los estabilizantes incluyen una gran variedad de reactivos que evitan una degradación de la calidad del producto en el transcurso del tiempo bajo la influencia de fenómenos fisicoquímicos.

### **2.3. Desinfección**

Al tener dichos componentes para la nueva formulación que será el detergente desinfectante de superficies. Se procede a conocer respecto a desinfección. La desinfección es la eliminación o destrucción de los microorganismos presentes en suelos, máquinas, entre otras, que pueden afectar desfavorablemente a la calidad de los productos o a la salud de personas y animales.

En la industria alimentaria, pisos, paredes y superficies de equipo deben ser tratados frecuentemente con desinfectantes para reducir la cantidad de microorganismos.

Su destrucción se puede conseguir por:

- Tratamiento químico

El tratamiento químico consiste en agregar a dichas soluciones de lavado, productos desinfectantes capaces de inactivar gérmenes patógenos.

Estas sustancias desinfectantes deber tener cualidades básicas:

- Alto poder bactericida a altas y bajas temperaturas
- No ser tóxicas
- En caso de ser tóxicas y quedar residuos sobre las superficies después del lavado, se podrían presentar problemas de calidad en los productos trabajados.

### **2.3.1. Factores que afectan la potencia desinfectante**

- A. Tiempo: es uno de los factores de más importancia y con frecuencia poco apreciado en la regulación de poblaciones de microorganismos.
- B. Temperatura: influye notablemente en la eficacia de la desinfección. La velocidad de las reacciones químicas aumenta con la temperatura.
- C. Concentración: modifica notablemente la velocidad de muerte de las bacterias. Un aumento moderado de la concentración frecuentemente multiplica la velocidad de muerte en gran magnitud.
- D. Carácter del medio: en el que los microorganismos dentro o fuera del que están situados, alteran la eficacia de la desinfección.

- E. pH: modifica los mecanismos de desinfección por sus efectos en microorganismos y en desinfectantes. Los agentes aniónicos suelen ser más efectivos en pH ácidos y los agentes catiónicos muestran más eficacia a pH alcalinos.
- F. Contacto: un factor final que altera la desinfección química es la posibilidad de contacto eficaz.
- G. Presencia de materiales extraños: inactiva el poder del desinfectante

### **2.3.2. Características del desinfectante ideal**

Las características que debe cumplir son:

- A. Actividad antimicrobiana
- B. Solubilidad
- C. Estabilidad
- D. No deberá ser tóxica al hombre u otros animales
- E. Homogeneidad
- F. No deberá reaccionar con material orgánico extraño.
- G. Toxicidad para los microorganismos a la temperatura ambiente y a la del cuerpo.
- H. Capacidad de penetración
- I. Propiedad desodorante
- J. Capacidad detergente
- K. Disponibilidad

### **2.3.3. Tipos de desinfectante según su mecanismo de acción**

Los desinfectantes actúan en diferentes partes para poder eliminar el microorganismo presente en la superficie.

#### **2.3.3.1. Agentes que lesionan la membrana celular**

Estos agentes se dividen en tres los cuales se describen a continuación.

##### **2.3.3.1.1. Detergentes**

Es por esto que las moléculas de anfífilo muestran una fuerte tendencia a migrar a las interfaces, de forma tal, que su grupo polar se encuentre dentro del agua y su grupo apolar se encuentre orientado hacia un solvente orgánico o en la superficie.

La parte polar posee afinidad por los solventes polares en particular el agua y se denomina comúnmente la parte hidrófila o hidrofílica. Por el contrario el grupo apolar se llama la parte hidrófoba o hidrofóbica, o bien lipofílica, del griego *phobos*, el miedo, y *lipos*, la grasa.

- **Catiónicos**

Se disocian en solución acuosa en un catión orgánico anfífilo y un anión generalmente del tipo halogenuro. La gran mayoría de estos surfactantes son compuestos nitrogenados del tipo sal de amina grasa o de amonio cuaternario:

## Compuestos cuaternarios de Amonio

El poder bactericida de los compuestos cuaternarios es excepcionalmente alto contra bacterias grampositivas e incluso muy enérgico contra los microorganismos gramnegativos.

La primera generación: está representada por el Cloruro de Benzalconio, el cual tuvo gran aceptación por su acción antibacteriana, poder detergente y bajo nivel de toxicidad, pero con problemas de actividad en aguas duras, presencia de otros detergentes o mucha suciedad.

- **Aniónicos**

Se disocian en un anión anfífilo y un catión, el cual es en general un metal alcalino o un amonio cuaternario. A este tipo pertenecen los detergentes sintéticos como los alquil benceno sulfonatos, los jabones (sales de sodio de ácidos grasos), los agentes espumantes como el lauril sulfato, los humectantes del tipo sulfosuccinato, los dispersantes del tipo lignosulfonatos, etc.

- **No iónicos**

Una alta proporción de estos surfactantes pueden tornarse relativamente hidrofílicos gracias a la presencia de una cadena poliéter del tipo polióxido de etileno. El grupo hidrófobo es generalmente un radical alquilo o alquil benceno y a veces una estructura de origen natural como un ácido graso, sobre todo cuando se requiere una baja toxicidad. En solución acuosa no se ionizan, puesto que ellos poseen grupos hidrófilos del tipo alcohol, fenol, éter o amida.

#### **2.3.3.1.2. Fenol**

Tienen gran capacidad bactericida en concentración adecuada. Algunos fenoles tienen poca solubilidad en agua, pero pueden emulsificarse en soluciones jabonosas diluidas y con ello transformarse en desinfectantes eficaces. El fenol aunque todavía está en uso, muchos desinfectantes son más eficaces y activos a concentraciones considerablemente más bajas.

“Estos compuestos actúan probablemente, desnaturalizando primero las proteínas de las células y dañando luego las membranas celulares.”<sup>3</sup> Los compuestos fenólicos son bactericidas o bacteriostáticos, dependiendo de la concentración a la que se use. La actividad de estos compuestos se reduce a pH alcalino y por material orgánico.

#### **2.3.3.1.3. Alcoholes**

El alcohol etílico no produce condiciones absolutas de esterilidad; las concentraciones que actúa contra las vegetativas son prácticamente ineficaces contra las esporas bacterianas. El alcohol metílico es menos bactericida que el etílico y es además altamente tóxico. Los alcoholes superiores (propílico, butílico, etc) son más germicidas que el etílico. Se da un aumento en el poder germicida a medida que es mayor el peso molecular de los alcoholes. Los alcoholes son disolventes de lípidos es por ello que dañan la membrana celular.

#### **2.3.3.2. Agentes desnaturalizantes de proteínas**

Muchas sustancias químicas bacteriostáticas y bactericidas inhiben o matan a los microorganismos al reaccionar con sus proteínas, que están distribuidas ampliamente en las células como componentes estructurales

<sup>3</sup> PELCZAR, Michael. Microbiología. p. 363.

enzimáticos. Ácidos y álcalis fuertes: son activamente bactericidas, debido a sus grupos  $H^+$  y  $OH^-$  disociados, respectivamente. En principio, su actividad es proporcional al grado de disociación, pero algunos hidróxidos son más potentes de lo sugerido por su mero grado de disociación, debido a la acción tóxica directa que puede ejercer el catión metálico.

### **2.3.3.3. Agentes modificadores de grupos funcionales**

Los metales pesados y halógenos son agentes que modifican los grupos funcionales de los microorganismos presentes.

#### **2.3.3.3.1. Metales pesados**

La mayoría de los metales pesados, ya sea solos o en ciertos compuestos, causan daño a los microorganismos. Los más efectivos son el mercurio, plata y cobre. La acción oligodinámica es la propiedad que tienen ciertos metales en cantidades sumamente pequeñas, en particular la plata, de ejercer efectos letales sobre las bacterias.

#### **2.3.3.3.2. Halógeno**

Se encontraron entre las primeras sustancias químicas empleadas para impedir o regular la actividad microbiana.

Yodo

El yodo es uno de los agentes germicidas más antiguos y eficaces. Es poco soluble en agua pero mucho en alcohol y soluciones acuosas de yoduro de sodio o potasio y es un elemento cristalino azul. El yodo es un agente



bactericida muy eficaz y el único que tiene efectos contra toda clase de bacterias. Se usa para desinfectar a piel, desinfección de agua, aire (vapores de yodo) y saneamiento de los utensilios usados en alimentos. No es efectivo cuando el agua a ser desinfectada presenta color o turbidez.

## Cloro y compuestos

El cloro ya sea como gas o en ciertas combinaciones químicas, representa uno de los desinfectantes de uso más común. La utilización del cloro en estado gaseoso se limita principalmente a operaciones a gran escala como a las plantas purificadoras de agua, donde es factible instalar equipo para manejarlo sin riesgos. Su capacidad para destruir patógenos con bastante rapidez y su amplia disponibilidad los hacen muy adecuados para la desinfección. El producto clorado más utilizado en desinfección es el hipoclorito de sodio, que es activo sobre todas las bacterias, incluyendo esporas, y además es efectivo en un amplio rango de temperaturas.

## **2.4. Descripción de materia prima**

Para el trabajo de graduación se utilizaron las siguientes materias primas.

### **2.4.1. Cloruro de Benzalconio**

El Cloruro de Benzalconio es un desinfectante, bactericida e inhibidor de la actividad viral. Su fórmula condensada es n-alquil metil bencil cloruro de amonio. Es utilizado como sanitizante y desinfectante sin considerar su propiedad fungicida. Mecanismo de acción se ha atribuido a la inactivación de las enzimas productoras de energía, desnaturalización de las proteínas

celulares esenciales y la ruptura de la membrana celular. Es ahí donde radica su importancia.

#### **2.4.2. Clorexidina**

La clorexidina es una sustancia antiséptica requiere ser protegida de la luz pues se descompone fácilmente. A temperaturas altas se descompone en cloroanilina y la presencia de materia orgánica no la inactiva. Si bien esta molécula es de amplio espectro, tiene más efectividad sobre gérmenes gram positivos que para gram negativos. La acción contra el bacilo de la tuberculosis es mínima. El Gluconato de Clorexidina debe ser almacenado a temperatura ambiente, ya que a altas temperaturas, o muy bajas, pueden neutralizar su efecto.

#### **2.4.3. Cetrimida**

La Cetrimida es fuertemente catiónica por naturaleza, su absorción es mínima. Elimina microorganismos patógenos, es utilizado para detergentes y activo para agar. Es de color blanco o casi blanco, polvo suelto, ligero y de olor característico. Soluble en agua, cloroformo y etanol.

#### **2.4.4. Producto comercial Lysol**

Es una marca de productos de limpieza desinfectante, se comercializa para la desinfección de superficies. Se utiliza en aerosoles, presaturados y solución líquida. Elimina microorganismos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

Se vende muy concentrada y se debe diluir con agua para ser utilizado con seguridad. Este líquido puede ser utilizado como un producto de limpieza y se puede almacenar para uso posterior en una botella vacía. Esta mezcla ataca el 99,99% de los gérmenes, teniendo un tiempo de contacto de 69 s.

## **2.5. Determinación del número microbiano**

Luego de la aplicación del detergente desinfectantes de superficie se debe de saber si realmente se está desinfectando, a continuación se describe lo relacionado a dichas pruebas.

- A. **Conteo directo:** el tamaño de la población microbiana puede determinarse contando la cantidad de células individuales con un microscopio, procedimiento que recibe el nombre de contero microscópico directo. Existen tres aspectos que son limitantes en el empleo del conteo microscópico directo: primero poco práctico para una gran cantidad de muestras; segundo, no es muy sensible, debido a que cuando menos deben estar presentes  $10^6$  células bacterianas por mililitro antes de que una sola célula pueda observarse en el campo microscópico; tercero, las células vivas no pueden diferenciarse de las muertas.
  
- B. **Recuento de colonias:** se basa en la presuposición de que cada bacteria incluida en medio de agar nutritivo o en su superficie, se multiplicará y producirá una colonia visible. En consecuencia, el número de colonias será el mismo que el número de bacterias viables inoculadas en el agar.

## 2.6. Prueba en suspensión

Existen diferentes tipos de pruebas de suspensión: las pruebas de suspensión cualitativa, el método de coeficiente fenólico y las pruebas de suspensión cuantitativas. Los resultados cualitativos se dan como crecimiento o no crecimiento. Mientras que para las pruebas cuantitativas se procede a realizar recuento para la identificar el efecto microbicida.

### 2.6.1. Coeficiente fenólico

Es la técnica más conocida para la evaluación de los desinfectantes en suspensión, está validada por la AOAC (*Phenol Coefficient Method 955.11*); en esta se compara la acción bactericida de un determinado desinfectante frente a la del fenol.

Los resultados son expresados cualitativamente ( crecimiento o inhibición del crecimiento) a cada uno de los tiempos de exposición, teniendo en cuenta la dilución del desinfectante y fenol que no inhiba a los microorganismos en cinco pero si en diez y quince minutos con respecto a cada uno de los microorganismos, para obtener el número del coeficiente fenólico, el cual expresa cuantas veces es mejor el desinfectante de prueba que el fenol se aplica la ecuación 1; si el número es menor a 1 no se recomienda la utilización del desinfectante por lo menos a esa concentración.

$$C.F = \frac{\text{Mayor dilución de desinfectante que inhiba el crecimiento en 10 pero no en 5}}{\text{Mayor dilución de fenol que inhiba el crecimiento en 10 pero no en 5}} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

### **2.6.2. Pruebas de placas de agar**

Los métodos de placas de agar se utilizan ampliamente para valorar la capacidad de inhibición de sustancias químicas, y otras sustancias antimicrobianas. Se vacía en cajas de Petri agar inoculado intensamente con el microorganismo de prueba y se deja solidificar. Se llena los cilindros abiertos incluidos en el agar con la sustancia química problema; después de incubar las cajas Petri, las sustancias que tienen acción bactericida o bacteriostática están rodeadas de zonas en que hubo inhibición del crecimiento bacteriano.

### **2.7. Planta de proceso**

Para que una empresa crezca debe de pensar en producir volumen alto para generar ingresos, realizando una inversión y distribución del equipo necesario para entregar un producto de calidad.

Es el lugar en el que se desarrollan diversas operaciones industriales, entre ellas operaciones unitarias, con el fin de transformar, adecuar o tratar alguna materia prima en particular a fin de obtener productos de mayor valor agregado.

Todas las plantas de proceso requieren para operar, además de equipos sofisticados, instrumentos en general, materia prima y recurso humano; recursos energéticos, agua, e insumos. A menudo los procesos constan de múltiples pasos, y cada uno de ellos se lleva a cabo en una unidad de proceso, cada una de las cuales está asociada a un conjunto de corrientes de proceso de entrada y salida.

### **2.7.1. Modelo de administración de proceso**

Por medio de éste modelo se identificó los procesos, el flujo natural, sus relaciones, su secuencia, su lógica.

El modelo debe construirse a través de:

#### **2.7.1.1. Modelo SIPOC**

Es un modelo que se utiliza para clasificar o definir procesos. SIPOC es una abreviatura de: *Supplier* (proveedor), *Input* (entrada), *Process* (proceso), *Output* (salida) y *Customer* (cliente).

Un SIPOC es la definición del proceso, ayuda a que el dueño del estudio y los que trabajan en el proceso lleguen a un acuerdo de los límites de lo que van a estar trabajando. Proporciona una forma estructurada para discutir el proceso y obtener un consenso sobre lo que implica antes de salir corriendo y dibujar mapas de procesos.

Pasos que debe seguir para elaborar un SIPOC:

- A. Crear un área que permitirá al equipo para crear modelo SIPOC
- B. Comenzar con el proceso
- C. Identificar las salidas de este proceso
- D. Identificar los clientes que recibirán los resultados de este proceso
- E. Identificar los insumos requeridos para el proceso funcione correctamente
- F. Identificar los proveedores de los insumos que son requeridos por el proceso.
- G. Opcional: Identificar los requisitos preliminares de los clientes

### **2.7.1.2. Diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica que nos permite visualizar cómo fluye un proceso, o sea, el conjunto de actividades, su secuencia y su lógica.

Características de un diagrama de flujo:

- A. Presenta información clara, ordenada y concisa de un proceso
- B. Está formado por una serie de símbolos unidos por flechas
- C. Cada símbolo representa una acción específica
- D. Las flechas entre los símbolos representan el orden de realización de las acciones.

### **2.7.1.3. Tabla de control**

Es el elemento clave para el control del proceso. Consiste en una tabla cuyo formato deberá identificar todos los elementos, criterios y decisiones que regularán las actividades del proceso.

- A. Variable de control: indican los puntos que deben ser medidos y controlados para garantizar la correcta operación del proceso. Ya que, en caso de no ser controlados afectan la calidad.
- B. Variable terminal: variable a observar como consecuencia del desempeño de un proceso que dependerá directamente de los puntos de control.
- C. Punto de medición: lugar físico donde se realiza la medición
- D. Unidad de medición: es la unidad con la que se mide la variable definida

- E. Equipo de medición: son los instrumentos que se utilizan para medir el punto de control y las variables terminales.
- F. Frecuencia: establece los periodos en los cuales se debe llevar a cabo la medición correspondiente.
- G. Responsable de la medición: indica quién realiza la medición

### **2.7.2. Equipo para producción**

A continuación se describen los equipos involucrados para el proceso.

#### **2.7.2.1. Mezclado**

El proceso de mezclado de fluidos abarca tres diferentes áreas de viscosidad, se debe de tener en cuenta el tipo de impulsor y la geometría del recipiente; así como la velocidad y la potencia suministrada al impulsor. Numerosos experimentos han mostrado que la potencia suministrada por unidad de volumen en la zona donde se localiza el impulsor es 100 veces superior a la potencia por unidad de volumen en el resto del recipiente. Existen unos principios que se debe de tomar en cuenta:

- Los tiempos para mezclado y circulación en los recipientes de mayor tamaño son superiores al de los recipientes de menor tamaño.
- La zona del impulsor de máxima velocidad de cizallamiento será mayor en los recipientes de mayor tamaño, pero la zona de valor medio será menor.



- Los números de Reynolds en los tanques de mayor tamaño son superiores.
- En los tanques de mayor tamaño se desarrolla un flujo de recirculación desde el impulsor a través del tanque y de vuelta al impulsor.
- La transferencia térmica normalmente es más necesaria en unidades a gran escala.

Existen tres tipos de modelos de flujo de mezclado que son marcadamente diferentes. Las denominadas turbinas de flujo axial, que permiten un flujo desprendido del impulsor de aproximadamente  $45^\circ\text{C}$  y presentan recirculación.

Los impulsores de flujo radial incluyen las turbinas de disco de palas planas, generando un flujo radial para cualquier Reynolds. Este tipo de agitador proporciona alta velocidad de cizalladura y baja capacidad de impulsión.

#### **2.7.2.2. Tanques agitados**

“Los líquidos se agitan con más frecuencia en un tipo de tanque o recipiente, por lo general de forma cilíndrica y provisto de un eje vertical. La parte superior del tanque que puede estar abierta al aire; pero generalmente está cerrada. Las proporciones del tanque varían bastante, dependiendo de la naturaleza del problema de agitación el fondo del tanque es redondeado, no plano para eliminar las esquinas o regiones agudas en las que no penetrarían las corrientes de fluido.”<sup>4</sup>

<sup>4</sup> MCCABE, Warren L. Operaciones Unitarias en ingeniería Química. p. 260.

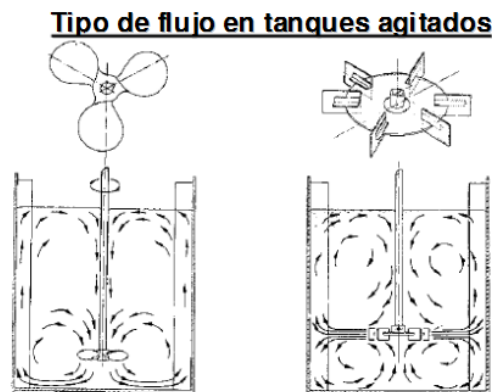
La profundidad (o altura) del líquido es aproximadamente igual al diámetro del tanque. Un agitador va instalado sobre un eje suspendido, un eje sostenido en la parte superior. El eje es accionado por un motor conectado a éste, a través de una caja reductora de velocidad.

El agitador provoca que el líquido circule a través del tanque y eventualmente regrese él mismo.

Tipos de flujo en tanques agitados:

- Radial: actúa en dirección perpendicular al eje del rodete
- Axial o longitudinal: actúa en dirección paralela al eje del rodete
- Tangencial o rotacional: actúa en dirección tangencial a la trayectoria descrita por el rodete.

Figura 3. Tipo de flujo



Fuente: MCCABE, Smith. Operaciones Unitarias. p. 263.

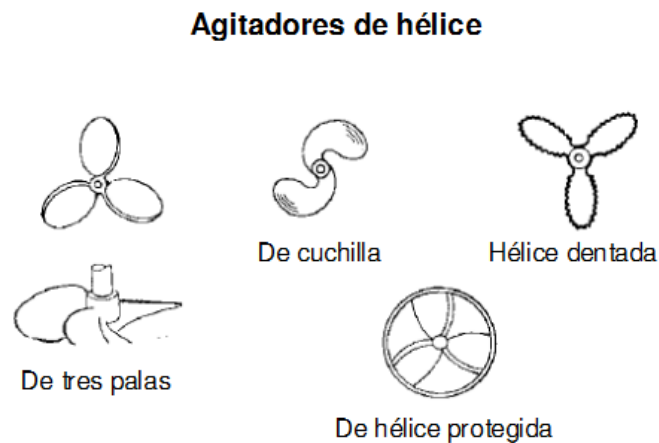
Tipos de agitadores:

### 2.7.2.2.1. Agitadores de hélice

Es un agitador de flujo axial, que opera con velocidad elevada y se emplea para líquidos pocos viscosos. Los agitadores de hélice más pequeños, giran a toda la velocidad del motor. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque.

La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente creada por una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o friccionan vigorosamente el líquido. Debido a la persistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces para tanques de gran tamaño.

Figura 4. Agitadores de hélice



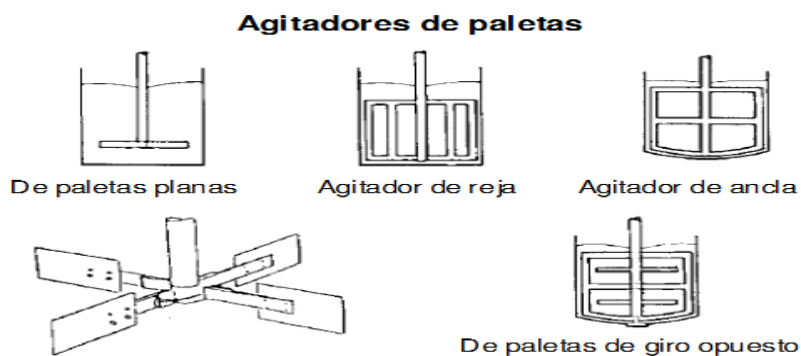
Fuente: MCCABE, Smith. Operaciones Unitarias. p. 264.

### 2.7.2.2.2. Agitadores de paletas

Para problemas sencillos, un agitador eficaz está formado por una paleta plana, que gira sobre un eje vertical. Son corrientes los agitadores formados por dos y tres paletas. Las paletas giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando al líquido radial y tangencialmente, sin que exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas. Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia arriba o hacia abajo.

Las paletas también pueden adaptarse a la forma del fondo del tanque, de tal manera que en su movimiento rascan la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña. Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla. Estos agitadores son útiles cuando se desea evitar el depósito de sólidos sobre una superficie de transmisión de calor, como ocurre en un tanque enchaquetado, pero no son buenos mezcladores. Generalmente trabajan conjuntamente con un agitador de paletas de otro tipo, que se mueve con velocidad elevada y que gira normalmente en sentido opuesto.

Figura 5. **Agitadores de paleta**



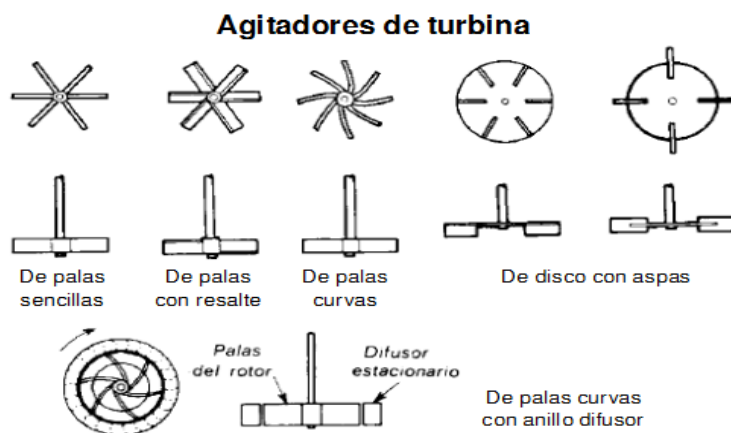
Fuente: MCCABE, Smith. Operaciones Unitarias. p. 261.

### 2.7.2.2.3. Agitadores de turbina

La mayor parte de ellos se asemejan a agitadores de múltiples y cortas paletas, que giran con velocidades elevadas sobre un eje que va montado centralmente dentro del tanque. Las paletas pueden ser rectas o curvas, inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado.

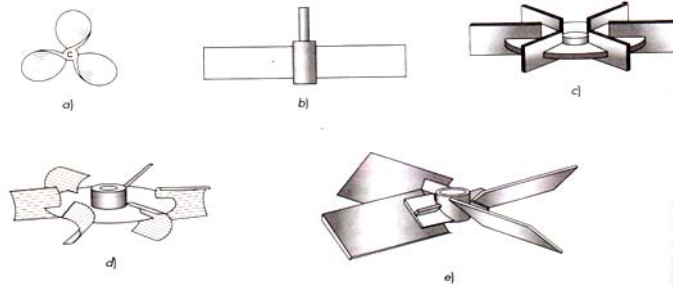
El agitador de turbina semiabierto, conocido como agitador de disco con aletas, se emplea para dispersar o disolver un gas en un líquido. El gas entra por la parte inferior del eje del rodete; las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área interfacial entre el gas y el líquido.

Figura 6. Agitadores de turbina



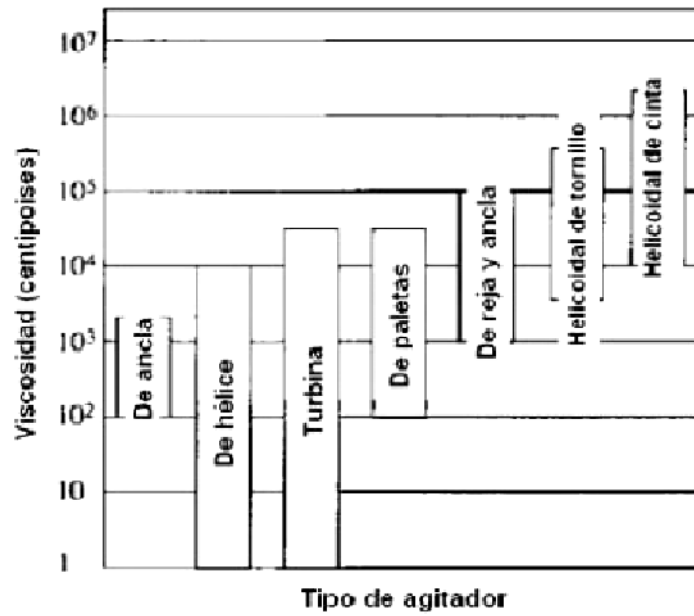
Fuente: MCCABE, Smith. Operaciones Unitarias. p. 265.

Figura 7. Variedad de agitadores



Fuente: MCCABE, Warren. Operaciones Unitarias. p. 262.

Figura 8. Viscosidad versus tipo de agitador

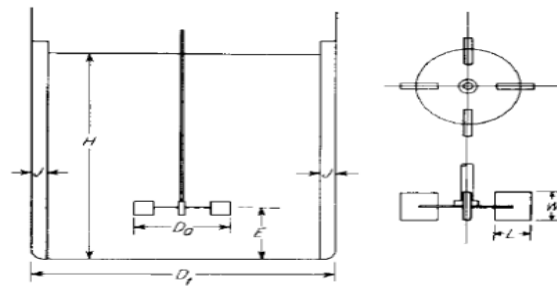


Fuente: DAILY, James. Dinámica de los fluidos. p. 469.

### 2.7.2.3. Diseño estándar de turbina

“El diseñador de un tanque agitado dispone de un gran e inusual número de elecciones sobre el tipo y localización del agitador, las proporciones del tanque, el número y las proporciones de los deflectores y otros factores.”<sup>5</sup> Cada una de las estas decisiones afecta la velocidad de circulación del líquido, los patrones de velocidad y el consumo de potencia. Por lo general, el número de deflectores es 4; el número de palas del agitador varían entre 4 y 16, pero generalmente son 6 u 8.

Figura 9. Mediciones de turbina



Fuente: MCCABE, Warren. Operaciones Unitarias. p. 251.

### 2.7.2.4. Patrones de flujo

La forma en que se mueve un líquido en un tanque agitado depende de muchas cosas: del tipo de impulsor, de las características del líquido, especialmente su viscosidad; así como del tamaño y las proporciones del tanque, deflectores y el agitador. En un tanque sin deflectores, el flujo circulatorio es inducido por todos los tipos de impulsores, tanto si el flujo es axial como radial. Si la turbulencia es intensa, el patrón de flujo en el tanque es en esencia el mismo, independientemente del diseño del impulsor.

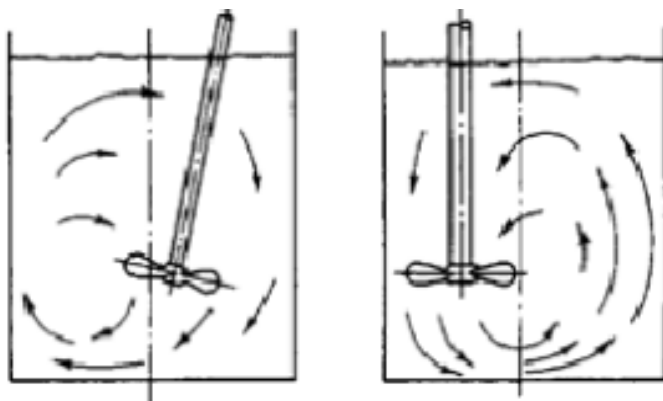
<sup>5</sup> MCCABE, Warren L. Operaciones Unitarias en ingeniería Química .p. 262.

### 2.7.2.5. Prevención del vórtice

En tanques de pequeño tamaño, se dispone el impulsor separado del centro del tanque como se muestra en la figura 10. El eje se mueve así alejado de la línea central del tanque, inclinándose después en un plano perpendicular a la dirección del movimiento. En tanque de mayor tamaño el agitador se instala en un lado del tanque, con el eje en un plano horizontal, pero formando un cierto ángulo con el radio.

En tanques de gran tamaño, con agitadores verticales, el método más conveniente para reducir el vórtice es instalar deflectores, que impiden el flujo rotacional sin interferir con el flujo radial o longitudinal. Un método sencillo y eficaz de reducir la turbulencia, se consigue instalando placas deflectoras verticales perpendiculares a la pared del tanque. Excepto en tanques muy grandes, son suficientes cuatro deflectores, para evitar el vórtice y la formación del vórtice. Incluso uno o dos deflectores, si no es posible usar más, tienen un fuerte efecto en los patrones de circulación.

Figura 10. Patrón de flujo con agitador no centrado



Fuente: MCCABE, Warren. Operaciones Unitarias. p. 266.



### 2.7.2.6. Consumo de potencia

Una consideración importante en el diseño de los tanques agitados es la potencia que se requiere para mover el impulsor. Cuando el flujo en el tanque es turbulento, la potencia necesaria se estima a partir del producto del flujo  $q$  generado por el impulsor y la energía cinética por unidad de volumen de fluido.

$$q = nDa^3N_Q \quad \text{(Ecuación 2)}$$

El grupo adimensional Reynolds calculado a partir del diámetro y de la velocidad periférica del impulsor. Ésta es la razón del nombre del grupo, a bajos números de Reynolds ( $Re < 10$ ), el flujo viscoso prevalece en el tanque, y a  $Re > 10\ 000$  el flujo es turbulento en todas partes. Número de Reynolds = esfuerzo de inercia / esfuerzo cortante.

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

El número de potencia  $N_p$  es análogo al factor de fricción o al coeficiente de arrastre. Es proporcional a la relación entre la fuerza de arrastre que actúa sobre una unidad de área del impulsor y la fuerza inercial. La fuerza inercial está asociada con el flujo de cantidad de movimiento correspondiente al movimiento global del fluido. Número de Potencia = esfuerzo de frotamiento / esfuerzo de inercia.

$$N_p = \frac{P}{N^3 D_a^5 \rho} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

En tanque con placas deflectoras, para números de Reynolds superiores a aproximadamente 10 000, el número de potencia es independiente del número de Reynolds y la viscosidad ya no influye.

## **2.8. Bomba centrífuga**

Al escoger bombas para cualquier servicio, es necesario tener conocimiento del líquido que se va a manejar, cuál es la carga dinámica total, las cargas de succión y descarga y, en la mayor parte de los casos, la temperatura, la viscosidad, la presión de vapor y la densidad relativa del líquido.

La bomba centrífuga es, con diferencia, el tipo de dispositivo que más se utiliza en la industria química para transferir líquidos de todo tipo: materias primas, materiales de fabricación y productos acabados, así como también en servicios generales de abastecimiento de agua, alimentación a evaporadores, circulación en condensadores, retorno de condensados, etc. Estas bombas se comercializan con una amplia variedad de tamaños, con capacidades comprendidas entre  $0,5m^3/h$  y  $2 \times 10^4 m^3/h$  y para alturas de descarga comprendidas entre unos pocos metros.

Las ventajas primordiales de una bomba centrífuga son su sencillez, el bajo costo inicial, flujo uniforme, el pequeño espacio necesario para su instalación, los bajos costos de mantenimiento, el funcionamiento silencioso y su capacidad de adaptación para su empleo con una unidad motriz de motor eléctrico o de turbina.

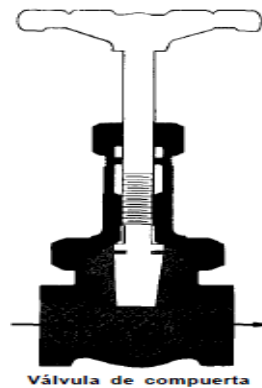
## **2.9. Válvulas de compuerta**

Las válvulas de compuerta no se recomiendan para servicios de estrangulación, porque la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringen la circulación y producen turbulencia con la compuerta parcialmente abierta. Cuando la válvula está abierta del todo, se eleva por

completo la compuerta fuera del conducto del flujo, por lo cual el fluido pasa en línea recta por un conducto que suele tener el mismo diámetro que la tubería.

Las características principales del servicio de las válvulas de compuerta incluyen: cierre completo sin estrangulación, operación poco frecuente y mínima resistencia a la circulación. Las fugas por las válvulas de compuerta pueden ocurrir en ambos extremos en donde se conectan a la tubería (cuando la válvula está abierta), en la unión entre el bonete y el cuerpo, en el vástago, y corriente debajo de la compuerta cuando la válvula está cerrada. Se pueden proveer sellos para evitar las fugas al exterior o corriente abajo cuando está cerrada la válvula. Estos sellos pueden ser de metal a metal, metal en contacto con un material elástico, o metal en contacto con un inserto elástico colocado en la cara del metal.

Figura 11. **Válvula de compuerta**



Fuente: GREENE, Richard. Válvulas. p. 248.

## **2.10. Almacenamiento de líquidos**

Dentro del almacenamiento se encuentra los tanques elevados los cuales son depósitos que puede proporcionar un flujo elevado, según las necesidades del usuario; siempre y cuando la capacidad de bombeo no sea superior a la de flujo promedio del sistema esto puede suponer un gran ahorro de energía y de inversión en bombas y tuberías.

## **2.11. Llenado de líquido**

Entre las consideraciones para la línea de llenado se encuentra las referentes al equipo de llenado y pesado, el manejo mecánico de bidones vacíos y llenos, la carga de bidones llenos en vehículos de transporte, diseño de estaciones de trabajo para uso eficiente y seguro del personal.

“El llenado y pesado de tambores es un proceso que está dividido en dos partes: envío del líquido al tambor y pesado de la cantidad deseada. Una práctica conveniente para el llenado de tambores es contar con un sistema de bombeo del producto líquido a través de una serie de tuberías de dosificación hasta el sitio de llenado de bidones, siempre que se mantengan pérdidas razonables de velocidad y de presión.”<sup>6</sup>

## **2.12. Desechos industriales**

Los desechos industriales son los materiales sobrantes en estado líquido o sólidos que se producen en los lugares de trabajo. Su composición y cantidad varía según el tipo de industria y los procesos utilizados.

<sup>3</sup> PERRY, Robert y otros. Manual del ingeniero químico. p. 21-52 Tomo III.

Los desechos son responsabilidad de las industrias el disponer de ellos los más rápidamente posible, sin ocasionar problemas de salud a la población. Los materiales sólidos no pueden descargarse en el sistema de alcantarillado; debe eliminarse del desecho líquido antes de su disposición final.

Los desechos líquidos pueden ser descargados en el sistema de alcantarillado, si su volumen es pequeño o se ha sometido a un tratamiento de neutralización, filtración y/o similar.

Las fábricas pueden descargar desechos que contienen sustancias químicas orgánicas o inorgánicas, o una mezcla de ambos. Para las fábricas que vierten solamente sustancias inorgánicas son pocos los análisis requeridos e incluyen: pH, alcalinidad, acidez, sólidos disueltos totales, temperatura, turbidez y sólidos suspendidos.

#### Separación de vertimientos

Una vez determinado el caudal y los componentes de los vertimientos, se analizará la factibilidad de separarlos en diferentes grupos que requieran el mismo procedimiento de tratamiento. Por ejemplo:

- Aguas negras
- Ácidas y alcalinas
- Con alto contenido de material orgánica
- Con metales y otros agentes tóxicos

## Desechos sólidos

- Vertedero: las operaciones en vertederos implica enterrar los desechos fuera de las zonas habitadas por el ser humano. Y esto sigue siendo una práctica común en la mayoría de los países. Los desechos depositados, normalmente son compactados para aumentar su densidad y su estabilidad, y al final cubiertos para evitar la atracción de parásitos.
- Incineración: es un método de eliminación que supone la combustión de los materiales de desecho. Las instalaciones de incineración y otros tipos de sistemas de tratamiento son a veces descritos como tratamientos térmicos. Las Incineradoras convierten los desechos en calor, gas, vapor y ceniza.
- Reciclaje: hay una serie de diferentes métodos por los cuales el material de desecho se recicla: las materias primas se pueden extraer y reutilizarse, el contenido calorífico de los residuos puede ser convertido en electricidad.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

- **Cantidad de materia prima**

La cantidad de materia prima utilizada para el experimento es la siguiente:

Tabla I. **Cantidad de materia prima**

<b>Agente Activo</b>	<b>% Peso</b>	<b>Número de repeticiones</b>	<b>Tiempo min</b>		
Cloruro de Benzalconio	2,50	3	5	10	15
	1,50	3	5	10	15
	0,65	3	5	10	15
Clorexidina Gluconato	3,00	3	5	10	15
	2,50	3	5	10	15
	2,00	3	5	10	15
Cetrimida	2,00	3	5	10	15
	1,00	3	5	10	15
	1,50	3	5	10	15

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

- **Temperatura**

La temperatura que se trabajó fue la de ambiente siendo en Guatemala de 21°C a 26°C.

- **Microorganismos**

Se utilizó las siguientes cepas para las pruebas microbiológicas en un área de 50 cm<sup>2</sup> donde fue aplicado el desinfectante.

Tabla II. **Tipo de microorganismos**

Dilución Fenol	Microorganismo	ATCC	Agente Activo
1:50	<i>Staphylococcus aureus</i>	29213	Cloruro de Benzalconio
			Cetrimida
			Clorexidina
1:75	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853	Cloruro de Benzalconio
			Cetrimida
			Clorexidina
1:100	<i>Escherichia coli</i>	25922	Cloruro de Benzalconio
			Cetrimida
			Clorexidina

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

### 3.2. Delimitación de campo de estudio

El estudio se delimitó a:

A la selección de tres agentes químicos (Clorexidina, Cloruro de Benzalconio, y Cetrimida) disponibles en la Planta de Productos Químicos.

Se desarrolló el producto con su respectiva formulación y procedimiento de fabricación estableciendo los porcentajes del agente activo, secuestrador, vehículo, surfactante, aroma y color, que cumplan satisfactoriamente con las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas realizadas para cada formulación de manera que se demuestre el poder desinfectante.



Se utilizó en las pruebas microbiológicas de hisopado y coeficiente fenólico, con las tres cepas: *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Escherichia coli* ATCC 25922.

Se realizó en la Planta de Productos Químicos (PROQ) ubicada en la ciudad capital, con los agentes activos arriba mencionados que tienen en inventario y la base de producción para el desarrollo fue de 2 000L/día (turno). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad y área de producción en la Planta de Productos Químicos y Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR) Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **3.3. Recursos humanos disponibles**

- Investigadora: Heydy Valeska Godínez Bautista
- Asesor: Ingeniero Víctor Monzón
- Coasesor: Ingeniero Alejandro López

#### Físicos

- La parte experimental de la investigación se realizó en el laboratorio de Calidad y área de producción en la Planta de Productos Químicos; utilizando las materias primas de la Planta. Y en el laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **3.4. Recursos materiales disponibles**

Prueba coeficiente fenólico según AOAC Anexo 4

- Pipetas de 1,5 y 10ml.
- Cajas Petri 15 x 110mm
- Tubos de ensayo 20x 150mm
- Erlenmeyers 100ml, 300ml y 1L
- 1 Balanza semi analítica
- Beackers 50ml, 100ml
- Tubos de ensayo con tapón de rosca
- Gradilla
- Asas bacteriológicas de 4mm de diámetro y de 50 a 75 mm de largo
- Mechero
- Varilla de agitación
- Cronómetro
- Incubadora
- Refrigeradora
- Vidrio de reloj
- 1 Potenciómetro
- Agar MacConkey
- Agar nutritivo
- Agar Tripticasa Soya
- Caldo Tripticasa Soya + Tween 80

## Prueba recuento aeróbico según COGUANOR 34 046

- Balanza laboratorio
- Autoclave
- Incubadora
- Contador de colonias Quebec
- Tubos y frascos de dilución
- Pipetas graduadas
- Cajas Petri
- PCA
- Caldo nutritivo
- Caldo de Letheen

### 3.4.1. Cepas estándar

- *Staphylococcus aureus* ATCC 29213
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
- *Escherichia coli* ATCC 25922

### 3.4.2. Reactivos

- Cloruro de Benzalconio.....Concentración 2,5%, 1,5%, 0,65%
- Clorexidina Gluconato.....Concentración 3,0%, 2,5%, 2,0%
- Cetrimida.....Concentración 2,0%, 1,0%, 1,5%
- Fragancia manzana verde

### **3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa**

A continuación se describe las técnicas cualitativas y cuantitativas que se realizó en el trabajo.

#### **3.5.1. Obtención y preparación de muestras**

- Alcance

Abarca la formulación de muestras de desinfectante a partir de tres agentes activos para una Planta de Productos Químicos ubicada en el municipio de Villa Nueva ciudad de Guatemala.

- Equipo de laboratorio y cristalería

Se necesitaron Beackers, balanza, varilla de vidrio y agitador magnético

- Procedimiento

A. En un beacker de 500ml se agregó todo las materias primas para realizar la muestra de desinfectante.

B. Se agregó el buffer y el preservante al agua y se mezcló bien; siendo la etapa 0.

C. Se agregó en otro recipiente beacker de 25ml la fragancia y el limpiador hasta ver una mezcla homogénea; siendo la etapa 1.

D. A la fase 1 se le agregó el bactericida y se mezcló con un agitador magnético.

E. A la fase 1 se le agregó la mezcla de la fase 0.

De la misma forma se hizo para los otros agentes activos (Cloruro de Benzalconio, Cetrimida y Clorexidina). Variando el porcentaje del mismo.

### **3.5.2. Pruebas microbiológicas**

Al detergente desinfectante de superficies se le realizó pruebas microbiológicas que ayudaron a determinar la eficacia del producto.

#### **3.5.2.1. Método recuento aeróbico en placa Hisopado**

- Alcance

El método abarca el recuento aeróbico en placa Hisopado

- Principio

Es el más usado para evaluar la desinfección de superficies. Una muestra cuantitativa puede ser tomada en un área definida con un hisopo en una superficie de pisos de 50cm<sup>2</sup> antes y después. Se utiliza para el análisis de superficies planas como de no planas.

- Equipo de laboratorio y cristalería

Se necesitaron beakers, balanza semianalítica, incubadora, contador de colonias Quebec, tubos y frascos, erlenmeyers, autoclave, cajas Petri, gradilla, asas bacteriológicas, mechero, varilla de agitación, cronómetro, refrigeradora, vidrio de reloj, tubos de ensayo, bureta y probeta.

- Reactivos

Se prepararon caldo nutritivo, PCA y caldo Letheen

- Procedimiento

A. Se tomó una muestra de cepa del microorganismo deseado para analizar.

B. Se colocó en un caldo de enriquecimiento por 30min.

- C. Se tomó 1ml de la solución madre y agregó en un tubo que contenía 9ml de agua peptonada.
- D. Se tomó 1ml de la solución madre y agregó en un tubo que contiene 9ml de agua peptonada.
- E. Del tubo anterior se tomó 1ml y agregó en el tubo #2; se sembró contando la cantidad de colonias si es mayor a 250 sembrarlo nuevamente.
- F. Se tomó del tubo #2 1ml y agregó en el tubo #3; se sembró contando la cantidad de colonias si es mayor a 250 sembrarlo nuevamente.
- G. Se tomó del tubo #3 1ml y agregó en el tubo #4; se sembró contando la cantidad de colonias si es mayor a 250 sembrarlo nuevamente.
- H. Se tomó del tubo #4 1ml y agregó en el tubo #5; se sembró contando la cantidad de colonias si es mayor a 250 sembrarlo nuevamente.
- I. Se tomó del tubo #5 1ml y agregó en el tubo #6; se sembró contando la cantidad de colonias si es mayor a 250 sembrarlo nuevamente.
- J. Se tomó 1ml se siembra se cuenta las colonias.
- K. Fueron las colonias iniciales.
- L. Se agregó 37,8g de medio, 5ml de Tween para hacer un volumen de 1000ml.
- M. Luego se colocó en la autoclave por 15 min a 121°C.
- N. Se delimitó la superficie utilizando maskingtape (50 cm<sup>2</sup>).
- O. Humedeció el hisopo estéril en una solución con 5 ml del caldo y se frotó varias veces sobre la superficie delimitada.
- P. Se introdujo de nuevo el hisopo en el tubo y dejó durante 30 minutos de manera que los microorganismos se liberaron del algodón al medio líquido.
- Q. Se sembró 1 ml de dicha solución en una placa con agar nutritivo PCA de manera invertida (colocando primero 1ml en la caja luego se le agregó el agar y se agitó lentamente).

R. Se incubó durante 48 hrs a 37 °C.

S. Se realizó el recuento de colonias expresadas como UFC/50 cm<sup>2</sup>.

Lectura de las placas y recuentos de colonias

- Se seleccionó para el recuento las placas inoculadas con la dilución que contengan entre 25 y 250 colonias típicas.
- Para ello la cifra obtenida en las placas se multiplicó por el factor de dilución, cantidad de colonias y se divide por el área.

$$UFC = \frac{C * D}{AREA} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

*UFC*: Unidades formadoras de colonia por área, *UFC/cm<sup>2</sup>*

*C*: Media del número de colonias en las dos placas

*D*: Factor de la dilución

### **3.5.2.2. Comparación con el coeficiente fenólico modificado**

- Alcance

El método abarca la comparación del detergente desinfectante con el coeficiente fenólico modificado.

- Principio

En este punto se determina la capacidad bactericida que tiene el detergente desinfectante para pisos respecto a la capacidad del fenol respecto a otros reactivos.

- Equipo de laboratorio y cristalería

Se necesitaron beackers, balanza semianalítica, earlenmeyers, autoclave, cajas Petri, gradilla, asas bacteriológicas, mechero, varilla de agitación, cronómetro, refrigeradora, vidrio de reloj, tubos de ensayo, bureta y probeta.

- Reactivos

Se prepararon los caldos con Lethen + Tween 80 con un volumen de 5ml estos sirvieron para introducir el hisopo previamente esterilizado en la autoclave. Agar MacConkey , agar Nutritivo y agar Tripticasa Soya.

- Procedimiento

- A. Se realizó el aislamiento de las distintas cepas a trabajar.
- B. Se tomó con el asa cierta concentración de la bacteria y se colocó en una solución salina o agua desmineralizada estéril.
- C. Preparó distintas diluciones de desinfectante y del fenol.
- D. Se tomó 4,5ml de desinfectante y 0,5ml de la concentración bacteriana. Esto se realizó por duplicado.
- E. Al instante que se colocó la concentración bacteriana se empezó a tomar el tiempo.
- F. Se tomó una alícuota de 1ml a los 5, 10 y 15 min de cada tubo y se colocó en caldos de tripticasa soya previamente esterilizados.
- G. Estos tubos inoculados se incubaron durante 24 horas y se observó el crecimiento del microorganismo (aparición de turbidez). La mayor dilución del desinfectante que mate a los microorganismos en 10 minutos pero no los mate en 5 minutos se divide por la dilución mayor de fenol que dé los mismos resultados.
- H. Tubo con turbidez, se consideró positivo.
- I. Tubo sin turbidez, se consideró negativo.



- J. Para comprobar el crecimiento se tomó una muestra del resultado y se sembró en tubos con agar de tripticasa soya y se dejó incubar por 24hr y si hay crecimiento se realizó la prueba de tinción gram.
- K. Determinar el valor del coeficiente fenólico en porcentaje o valor neto, a partir de la ecuación 1.

### 3.5.2.3. Porcentaje de eliminación

- Alcance

Es poder calcular la cantidad de eliminación que se tiene para cada uno de los diferentes tipos de desinfectante.

- Procedimiento

- A. Teniendo la cantidad de colonias iniciales para cada microorganismo se divide dentro del área en la cual fue analizada.
- B. Luego para cada muestra se obtuvo un valor el cual también se divide dentro del área.
- C. Y por último a partir de la ecuación 3 se determina el % de eliminación.

Siendo la cantidad de microorganismos que se eliminó a partir de la siguiente ecuación:

$$\%eliminación = \frac{\log_{10}UFC_O - \log_{10}UFC_F}{\log_{10}UFC_O} * 100 \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

$\%P_{elimina}$  : Porcentaje de eliminación, %

$UFC_F$  : Cantidad de unidades formadoras de colonias finales,  $UFC/cm^2$ .

$UFC_O$  : Cantidad de unidades formadoras de colonias iniciales,  $UFC/cm^2$ .

### **3.5.3. Evaluación fisicoquímica**

Las evaluaciones fisicoquímicas son las siguientes:

#### **3.5.3.1. Determinación de viscosidad**

- Alcance  
Este método aplica para determinar la viscosidad del detergente desinfectante con diferentes agentes activos.
  
- Principio  
Se debe de conocer que la viscosidad absoluta es la fuerza por unidad de área, necesaria para mantener una unidad de velocidad gradiente. Y la viscosidad cinemática es el cociente de la velocidad absoluta y la densidad del fluido.
  
- Equipos  
Se necesitaron un viscosímetro de Brookfield
  
- Procedimiento
  - A. Se preparó la muestra.
  - B. Se colocó en el vaso el líquido, para el producto de baja viscosidad se ajusto la temperatura entre 23 y 24°C.
  - C. Se colocó el huesillo que más se ajusta al momento de introducirlo en el vaso y que pueda girar y se encendió el motor.
  - D. El equipo da el valor de la viscosidad en unidades cP.
  - E. Se realizó también la prueba con el desinfectante comercial.

### 3.5.3.2. Determinación de densidad

- Alcance  
Se utilizó para las muestras del detergente desinfectante de superficies, variando el agente activo.
  
- Principio  
Para determinar la densidad se utilizó el picnómetro o llamado también botella de gravedad específica. Es un frasco con un cierre cerrado de vidrio
  
- Equipo de laboratorio y cristalería  
Se necesitaron un picnómetro siendo un instrumento para medir la densidad de un líquido, volumen 50ml y balanza semi analítica.
  
- Procedimiento
  - A. Se taró el picnómetro limpio y seco.
  - B. Se llenó con desinfectante el picnómetro hasta el borde y se colocó el termómetro tapadera.
  - C. Se taró en la balanza.
  - D. Sabiendo el volumen se anotó.
  - E. De la misma forma se realizó para las otras muestras.
  - F. Se realizó también la prueba con el desinfectante comercial.
  - G. Para calcular la densidad se obtuvo a partir de la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

$\rho$ : Densidad líquido, *g/ml*

$m$ : Masa del líquido, *g*

$v$ : Volumen del recipiente, *ml*

### 3.5.3.3. Determinación de pH

- Alcance  
Para las muestras de detergente desinfectantes variando el agente activo
- Principio  
El pH es un valor que representa las concentraciones de iones hidrógeno de una solución acuosa. Determinando si es ácido o básico.
- Equipo de laboratorio y cristalería  
Se necesitó un medidor de pH-Metro y Beacker
- Procedimiento
  - A. Se tomó 100ml del líquido.
  - B. Se colocó en el beacker.
  - C. Luego se introdujo el medidor de pH en el líquido.
  - D. Se tomó nota de la lectura que se indicó en el medidor.
  - E. Se realizó el mismo procedimiento con las demás muestras.
  - F. Se realizó también la prueba con el desinfectante comercial.

#### **3.5.3.4. Determinación de color**

- Alcance  
Es para las muestras de detergente desinfectante de superficies
  
- Principio  
Está es una prueba visual que se basará con el Pantone ® Color
  
- Cristalería  
Se necesitó un Beacker de 100ml
  
- Procedimiento
  - A. Se tomó una muestra del detergente desinfectante.
  - B. Y se comparó según la tabla Pantone ® Color Fórmula Guide para determinar cuál era el color que se deseaba.
  - C. Se expuso al sol para ver si no tenía algún cambio de color.
  - D. El color fue propuesto y asignado por la Planta de Productos Químicos.
  - E. Se realizó también la prueba con el desinfectante comercial.

#### **3.5.3.5 Determinación de olor**

- Alcance  
Se tuvo como alcance las muestras del detergente desinfectante con el aroma a manzana verde.
  
- Principio  
Está es una prueba organoléptica que se le realizó al detergente desinfectante.

- Cristalería  
Se necesitó un beacker de 100ml
- Procedimiento
  - A. Se tomó una muestra del detergente desinfectante.
  - B. Se dejó por una semana y se comprobó si aún seguía con el aroma.
  - C. Se mostró una muestra al jefe de producción de la Planta de Productos Químicos para que diera el visto bueno del aroma.
  - D. Se realizó también la prueba con los demás desinfectantes.

#### **3.5.4. Descripción del proceso de producción**

- Alcance  
El alcance es para el desarrollo del proceso de producción en la Planta de Productos Químicos para una producción de 2 000L/día en un turno de 8 hrs. El área de de 10m x 15m.

- Procedimiento

Diagrama de proceso

- A. Se determinó cual era el agente activo que cumplía con las especificaciones de un detergente desinfectante.
- B. Teniendo la formula se procedió a determinar la secuencia de la producción.
- C. Se estableció cual era la primera parte para la producción del desinfectante.
- D. Se utilizó las herramientas de Microsoft Office Excel 2007 para realizar el diagrama de flujo.

- E. Luego con este diagrama se uso Autocad para realizar el diagrama de proceso. Utilizando la simbología de los equipos a usar.

#### Determinación de las dimensiones y capacidad de los equipos

- A. Se determinó la capacidad del tanque siendo de 1 000L.
- B. Se determinó el material del tanque.
- C. Se estableció el tipo y dimensiones de tubería.
- D. Se determinó las dimensiones del tanque, el tipo de agitador y las dimensiones de las mismas.
- E. Se determinó la potencia del motor y la bomba que transportará el líquido.
- F. Se estableció la secuencia.

#### Modelo SIPOC

- A. Conocer a las entidades que proveen entradas al proceso tales como materiales, información, y recursos.
- B. Las entradas todos los materiales, información y soporte (tangibile o intangible) que se necesitaron para apoyar el proceso. Una buena manera de decidir si vale la pena agregar una entrada al proceso o no, fue preguntarse“, es esta entrada medible?” y “qué pasa si esta entrada es omitida?”.
- C. En el proceso fue un diagrama de flujo que se colocó los pasos que llevo la realización del nuevo productor.
- D. Las salidas se colocó es todo lo que es medible.
- E. Para los clientes se colocó a las personas o entidades para quien la salida es creada.
- F. Se utilizó Microsoft Office Excel 2007 para realizar el diagrama se distribuirá en 5 columnas.

#### Tabla de control

- A. Según los puntos establecidos y ubicados en el diagrama de proceso se estableció a identificar las variables de control.
- B. Luego se colocó las variables de control siendo los puntos que deben ser controlados y medidos en la operación.
- C. Se colocó el punto de medición siendo el lugar físico donde se realiza la medición.
- D. Según el criterio de la empresa se estableció el tamaño de la muestra.
- E. La unidad de medición en la cual se trabajará.
- F. Se colocó al responsable de las mediciones.

#### **3.5.5. Manejo y disposición de los desechos sólidos y líquidos**

- Alcance

Es para los desechos sólidos y líquidos que se generen en la Planta de Productos Químicos para la producción de detergente desinfectante.

- Principio

Un desecho sólido se define como todos aquellos cuerpos firmes no útiles después de una actividad o proceso humano y se utilizará como sinónimo residuos sólidos. Y los desechos líquidos son los residuos en estado líquido que se generan en la industria.

- Procedimiento

- A. Se determinó los tipos de desechos que genere la planta (sólidos y líquidos).
- B. Cuantificar y reducir.
- C. Luego de la evaluación se determinó como desechar o tratar.



- D. Siendo para los líquidos una neutralización o el traslado hacia una empresa dedicada al manejo de los mismos y sólidos será entregado a una empresa que se encarga de pre procesamiento.

### 3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Se obtuvo datos para la obtención y preparación de la muestra, el porcentaje en peso, pruebas microbiológicas, comparación con el coeficiente fenólico modificado, evaluación fisicoquímica y descripción del proceso.

Tabla III. **Formulación del detergente desinfectante de superficie**

<b>Agente Activo</b>	<b>Concentración %</b>		
Cloruro de Benzalconio-A	2,50	1,50	0,65
Clorexidina Gluconato-B	3,00	2,00	2,50
Cetrimida-C	2,00	1,50	1,00

Fuente: planta de productos químicos, elaboración propia.

Tabla IV. **Porcentaje en peso para el Cloruro de Benzalconio**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad(%Peso)</b>		
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
Agente Activo	2,500	1,500	0,650
Vehículo	95,855	96,855	97,705
Limpiador	0,670	0,670	0,670
Agente Secuestrador	0,150	0,150	0,150
Preservante	0,020	0,020	0,020
Color	0,005	0,005	0,005
Aroma	0,800	0,8	0,800

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla V. **Porcentaje en peso para el Clorexidina de Gluconato**

Reactivos	Cantidad(%Peso)		
	A1	A2	A3
Agente Activo	3,000	2,500	2,000
Vehículo	95,355	95,855	96,355
Limpiador	0,670	0,670	0,670
Agente Secuestrador	0,150	0,150	0,150
Preservante	0,020	0,020	0,020
Color	0,005	0,005	0,005
Aroma	0,800	0,8	0,800

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla VI. **Porcentaje en peso para el Cetrimida**

Reactivos	Cantidad(%Peso)		
	A1	A2	A3
Agente Activo	2,000	1,500	1,000
Vehículo	96,355	96,855	97,355
Limpiador	0,670	0,670	0,670
Agente Secuestrador	0,150	0,150	0,150
Preservante	0,020	0,020	0,020
Color	0,005	0,005	0,005
Aroma	0,800	0,8	0,800

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla VII. **Conteo de colonias Método Hisopado *Pseudomona***

	Toma de muestra madre	<b>Pseudomona</b>								
		<b>TIEMPO min</b>								
		<b>5</b>			<b>10</b>			<b>15</b>		
<b>A1</b>	1ml	56	57	55	51	52	53	51	53	53
<b>A2</b>	1ml	58	58	59	55	57	56	55	56	55
<b>A3</b>	1ml	61	62	61	58	57	58	57	56	57
<b>B1</b>	1ml	53	53	53	52	52	52	51	51	52
<b>B2</b>	1ml	55	53	53	52	53	53	52	52	51
<b>B3</b>	1ml	54	53	56	54	54	55	53	53	54
<b>C1</b>	1ml	53	55	53	53	53	51	52	53	52
<b>C2</b>	1ml	52	52	53	52	51	51	51	52	52
<b>C3</b>	1ml	55	56	55	53	53	53	53	52	52
<b>DP</b>	1ml	52	52	53	51	52	51	51	52	52
<b>DP</b>	1ml	52	52	52	52	51	51	51	51	52
<b>DP</b>	1ml	51	51	52	51	51	51	51	51	52

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla VIII. **Conteo de colonias Método Hisopado *Staphylococcus***

	Toma de muestra madre	<b>Staphylococcus</b>								
		<b>TIEMPO min</b>								
		<b>5</b>			<b>10</b>			<b>15</b>		
<b>A1</b>	1ml	54	55	52	52	52	53	52	52	53
<b>A2</b>	1ml	56	57	57	55	53	56	54	55	57
<b>A3</b>	1ml	61	59	58	57	57	56	56	57	55
<b>B1</b>	1ml	57	56	57	58	57	59	58	58	57
<b>B2</b>	1ml	61	60	61	59	58	57	58	57	59
<b>B3</b>	1ml	64	63	61	60	59	58	59	58	57
<b>C1</b>	1ml	66	65	66	62	64	66	61	62	61
<b>C2</b>	1ml	68	67	68	65	63	66	63	62	63
<b>C3</b>	1ml	69	68	67	63	66	68	65	64	66
<b>DP</b>	1ml	51	51	51	52	51	51	51	51	52
<b>DP</b>	1ml	52	55	52	53	52	53	53	52	52
<b>DP</b>	1ml	53	52	53	51	52	52	52	51	52

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla IX. **Conteo de colonias Método Hisopado *E.Coli***

	Toma de muestra madre	<i>E.Coli</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
<b>A1</b>	1ml	55	57	52	52	51	54	52	55	51
<b>A2</b>	1ml	61	63	65	58	57	59	57	52	52
<b>A3</b>	1ml	77	73	75	62	66	68	60	63	61
<b>B1</b>	1ml	67	66	68	66	65	61	65	64	66
<b>B2</b>	1ml	72	74	75	70	71	73	69	67	68
<b>B3</b>	1ml	77	76	78	74	75	73	71	69	68
<b>C1</b>	1ml	63	67	68	66	65	67	63	65	62
<b>C2</b>	1ml	69	71	73	69	66	65	60	61	59
<b>C3</b>	1ml	74	74	75	71	69	68	66	63	64
<b>DP</b>	1ml	50	51	51	51	52	52	52	52	51
<b>DP</b>	1ml	53	53	52	53	51	53	53	52	52
<b>DP</b>	1ml	54	52	53	52	52	52	52	52	54

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla X. **UFC utilizando *Pseudomona***

	Toma de muestra madre	<i>Pseudomona</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
<b>A1</b>	1ml	1,12	1,14	1,10	1,02	1,04	1,06	1,02	1,06	1,06
<b>A2</b>	1ml	1,16	1,16	1,18	1,10	1,14	1,12	1,10	1,12	1,10
<b>A3</b>	1ml	1,22	1,24	1,22	1,16	1,14	1,16	1,14	1,12	1,14
<b>B1</b>	1ml	1,06	1,06	1,06	1,04	1,04	1,04	1,02	1,02	1,04
<b>B2</b>	1ml	1,10	1,06	1,06	1,04	1,06	1,06	1,04	1,04	1,02
<b>B3</b>	1ml	1,08	1,06	1,12	1,08	1,08	1,10	1,06	1,06	1,08
<b>C1</b>	1ml	1,06	1,10	1,06	1,06	1,06	1,02	1,04	1,06	1,04
<b>C2</b>	1ml	1,04	1,04	1,06	1,04	1,02	1,02	1,02	1,04	1,04
<b>C3</b>	1ml	1,10	1,12	1,10	1,06	1,06	1,06	1,06	1,04	1,04
<b>DP</b>	1ml	1,04	1,04	1,06	1,02	1,04	1,02	1,02	1,04	1,04
<b>DP</b>	1ml	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02	1,04
<b>DP</b>	1ml	1,02	1,02	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,04

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XI. UFC utilizando *Staphylococcus*

	Toma de muestra madre	<i>Staphylococcus</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
A1	1ml	1,08	1,10	1,04	1,04	1,04	1,06	1,04	1,04	1,06
A2	1ml	1,12	1,14	1,14	1,10	1,06	1,12	1,08	1,10	1,14
A3	1ml	1,22	1,18	1,16	1,14	1,14	1,12	1,12	1,14	1,10
B1	1ml	1,14	1,12	1,14	1,16	1,14	1,18	1,16	1,16	1,14
B2	1ml	1,22	1,20	1,22	1,18	1,16	1,14	1,16	1,14	1,18
B3	1ml	1,28	1,26	1,22	1,20	1,18	1,16	1,18	1,16	1,14
C1	1ml	1,32	1,30	1,32	1,24	1,28	1,32	1,22	1,24	1,22
C2	1ml	1,36	1,34	1,36	1,30	1,26	1,32	1,26	1,24	1,26
C3	1ml	1,38	1,36	1,34	1,26	1,32	1,36	1,30	1,28	1,32
DP	1ml	1,02	1,02	1,02	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02	1,04
DP	1ml	1,04	1,10	1,04	1,06	1,04	1,06	1,06	1,04	1,04
DP	1ml	1,06	1,04	1,06	1,02	1,04	1,04	1,04	1,02	1,04

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XII UFC utilizando *E.coli*

	Toma de muestra madre	<i>E.coli</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
A1	1ml	1,10	1,14	1,04	1,04	1,02	1,08	1,04	1,10	1,02
A2	1ml	1,22	1,26	1,30	1,16	1,14	1,18	1,14	1,04	1,04
A3	1ml	1,54	1,46	1,50	1,24	1,32	1,36	1,20	1,26	1,22
B1	1ml	1,34	1,32	1,36	1,32	1,30	1,22	1,30	1,28	1,32
B2	1ml	1,44	1,48	1,50	1,40	1,42	1,46	1,38	1,34	1,36
B3	1ml	1,54	1,52	1,56	1,48	1,50	1,46	1,42	1,38	1,36
C1	1ml	1,26	1,34	1,36	1,32	1,30	1,34	1,26	1,30	1,24
C2	1ml	1,38	1,42	1,46	1,38	1,32	1,30	1,20	1,22	1,18
C3	1ml	1,48	1,48	1,50	1,42	1,38	1,36	1,32	1,26	1,28
DP	1ml	1,00	1,02	1,02	1,02	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02
DP	1ml	1,06	1,06	1,04	1,06	1,02	1,06	1,06	1,04	1,04
DP	1ml	1,08	1,04	1,06	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,08

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XIII. Datos originales prueba coeficiente fenólico *E.Coli*

Desinfectante	Dilución	<i>E.coli</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
A	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	0	+	0	0	0	0
B	1/50	+	+	0	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	+	0	0	0
	1/100	+	+	+	+	0	0	0	+	0
C	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	0	0	+	0	+	0

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XIV. Datos originales prueba coeficiente fenólico *Staphylococcus*

Desinfectante	Dilución	<i>Staphylococcus</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
A	1/50	+	+	0	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	0	0	+	0	0	0
B	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	+	0	0	0
	1/100	+	+	+	+	0	0	0	0	0
C	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	+	+	0	+	0	0

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XV. **Datos originales prueba coeficiente fenólico *Pseudomona***

Desinfectante	Dilución	<i>Pseudomona</i>								
		TIEMPO min								
		5			10			15		
A	1/50	+	0	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	0	0	0	0	0	0
B	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	+	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	+	0	0	0	0	0
C	1/50	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/75	+	+	+	0	0	0	0	0	0
	1/100	+	+	+	0	+	0	+	0	0

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XVI. **Datos originales de Fenol**

FENOL	<i>E.Coli</i>								
	TIEMPO min								
	5			10			15		
1/90	+	+	+	+	0	0	0	0	0
1/100	+	+	+	0	+	+	+	0	+

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XVII. **Datos originales de Fenol con *E.Coli***

FENOL	<i>E.Coli</i>								
	TIEMPO min								
	5			10			15		
1/60	+	+	+	0	+	0	+	0	0
1/70	+	+	+	+	0	+	0	+	+

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XVIII. **Datos originales de Fenol *Pseudomona***

FENOL	<i>E.Coli</i>								
	TIEMPO min								
	5			10			15		
<b>1/80</b>	+	+	+	0	0	0	0	+	0
<b>1/90</b>	+	+	+	0	+	+	+	0	+

Fuente: datos experimentales, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-)

Tabla XIX. **% Eliminación con el microorganismo *Pseudomona***

FENOL	Microorganismo <i>Pseudomona</i>								
	5			10			15		
<b>A1</b>	99,65	99,60	99,56	99,85	99,71	99,57	99,85	99,57	99,57
<b>A2</b>	99,75	99,72	99,76	99,45	99,57	99,65	99,78	99,63	99,30
<b>A3</b>	99,68	99,65	99,74	99,54	99,78	99,67	99,54	99,75	99,68
<b>B1</b>	99,57	99,57	99,57	99,71	99,71	99,71	99,85	99,85	99,71
<b>B2</b>	99,30	99,35	99,40	99,71	99,57	99,57	99,71	99,71	99,85
<b>B3</b>	99,50	99,57	99,16	99,60	99,43	99,30	99,57	99,57	99,43
<b>C1</b>	99,30	99,30	99,20	99,57	99,57	99,85	99,71	99,57	99,71
<b>C2</b>	99,71	99,71	99,57	99,71	99,85	99,85	99,85	99,71	99,71
<b>C3</b>	99,30	99,16	99,30	99,57	99,57	99,57	99,57	99,71	99,71
<b>DP</b>	99,71	99,71	99,57	99,85	99,71	99,85	99,85	99,71	99,71
<b>DP</b>	99,71	99,71	99,71	99,71	99,85	99,85	99,85	99,85	99,71
<b>DP</b>	99,85	99,85	99,71	99,85	99,85	99,85	99,85	99,85	99,71

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.



Tabla XX. % Eliminación con el microorganismo *Staphylococcus*

FENOL	Microorganismo <i>Staphylococcus</i>								
	5			10			15		
A1	99,35	99,19	99,67	99,67	99,67	99,51	99,67	99,67	99,51
A2	99,04	99,50	99,50	99,19	99,51	99,04	99,35	99,19	98,89
A3	99,23	99,43	99,56	99,54	99,64	99,65	99,65	99,43	99,19
B1	98,89	99,04	98,89	98,75	98,89	98,60	98,75	98,75	98,89
B2	98,32	98,46	98,32	98,60	98,75	98,89	98,75	98,89	98,60
B3	97,91	98,05	98,32	98,46	98,60	98,75	98,60	98,75	98,89
C1	97,65	97,78	97,65	98,18	97,91	97,65	98,32	98,18	98,32
C2	97,40	97,53	97,40	97,78	98,05	97,65	98,05	98,18	98,05
C3	97,28	97,40	97,53	98,05	97,65	97,40	97,78	97,91	97,65
DP	99,83	99,83	99,83	99,67	99,83	99,83	99,83	99,83	99,67
DP	99,67	99,19	99,67	99,51	99,67	99,51	99,51	99,67	99,67
DP	99,51	99,67	99,51	99,83	99,67	99,67	99,67	99,83	99,67

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXI % Eliminación con el microorganismo *E.Coli*

FENOL	Microorganismo <i>E.Coli</i>								
	5			10			15		
A1	98,90	98,97	98,95	99,40	99,35	99,56	99,66	99,18	99,83
A2	98,70	98,68	98,65	99,34	99,35	99,36	99,42	99,42	99,45
A3	98,43	98,02	98,29	99,32	99,45	99,43	99,21	99,25	99,31
B1	97,49	97,62	97,36	97,62	97,75	98,29	97,75	97,88	97,62
B2	96,87	96,63	96,52	97,11	96,99	96,75	97,23	97,49	97,36
B3	96,29	96,40	96,18	96,63	96,52	96,75	96,99	97,23	97,36
C1	98,02	97,49	97,36	97,62	97,75	97,49	98,02	97,75	98,15
C2	97,23	96,99	96,75	97,23	97,62	97,75	98,43	98,29	98,58
C3	96,63	96,63	96,52	96,99	97,23	97,36	97,62	98,02	97,88
DP	99,98	99,83	99,83	99,83	99,66	99,66	99,66	99,66	99,83
DP	99,50	99,50	99,66	99,50	99,83	99,50	99,50	99,66	99,66
DP	99,34	99,66	99,50	99,66	99,66	99,66	99,66	99,66	99,34

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXII. **Viscosidad**

Desinfectante	Viscosidad cP		
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
<b>A1</b>	1,87	2,19	2,94
<b>A2</b>	1,35	1,20	1,35
<b>A3</b>	1,50	1,34	1,25
<b>B1</b>	1,43	1,53	1,24
<b>B2</b>	1,27	1,32	1,31
<b>B3</b>	1,21	1,35	1,32
<b>C1</b>	1,45	1,48	1,49
<b>C2</b>	1,56	1,60	1,63
<b>C3</b>	1,45	1,57	1,57
<b>DP</b>	1,90	2,10	1,95
<b>DP</b>	1,45	1,52	1,36
<b>DP</b>	1,50	1,45	1,49

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XXIII. **Densidad**

Desinfectante	Densidad g/ml		
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
<b>A1</b>	0,967	0,967	0,966
<b>A2</b>	0,974	0,974	0,976
<b>A3</b>	0,976	0,973	0,973
<b>B1</b>	0,984	0,987	0,981
<b>B2</b>	0,973	0,972	0,953
<b>B3</b>	0,962	0,968	0,962
<b>C1</b>	0,996	0,998	0,992
<b>C2</b>	0,955	0,963	0,958
<b>C3</b>	0,921	0,914	0,927
<b>DP</b>	0,974	0,976	0,962
<b>DP</b>	0,979	0,976	0,978
<b>DP</b>	0,967	0,963	0,968

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XXIV pH

Desinfectante	pH		
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
<b>A1</b>	8,7	8,6	8,4
<b>A2</b>	8,6	8,5	8,7
<b>A3</b>	8,4	8,6	8,4
<b>B1</b>	8,1	8,2	8,1
<b>B2</b>	7,2	7,7	7,8
<b>B3</b>	8,2	8,1	8,3
<b>C1</b>	8,2	8,3	8,2
<b>C2</b>	8,1	8	8,2
<b>C3</b>	8,7	8,5	8,7
<b>DP</b>	8,4	8,6	9,1
<b>DP</b>	8,5	8,8	8,6
<b>DP</b>	8,6	8,7	8,7

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

- **Determinación de color**

Se realizó varias pruebas variando el % del color en las muestras de detergente desinfectante. El jefe de producción fue la persona encargada que decidió el color. Se realizó la comparación con los colores de la tabla de referencia Pantone® color.

La guía de referencia Pantone® (coloquialmente llamada pantonera) es un sistema de colores universalmente conocido por la industria de las artes gráficas. Así mismo los valores indicados en cuatricomía CMYK (C=cian, M=magenta, Y=amarillo y K=negro), son orientativos ya que muchos colores Pantone no se pueden sacar directamente en cuatricomía. Alguno puede ser muy válido en cuatricomía pero otros no se acercan.

Figura 12. Listado de colores



Fuente: pantone ® guide.

Tabla XXV. Pruebas de color

	Color %peso				
Desinfectante	0,001	0,002	0,003	0,005	0,007
A1	PMS 353	PMS 354	PMS 354	PMS 355	PMS 357

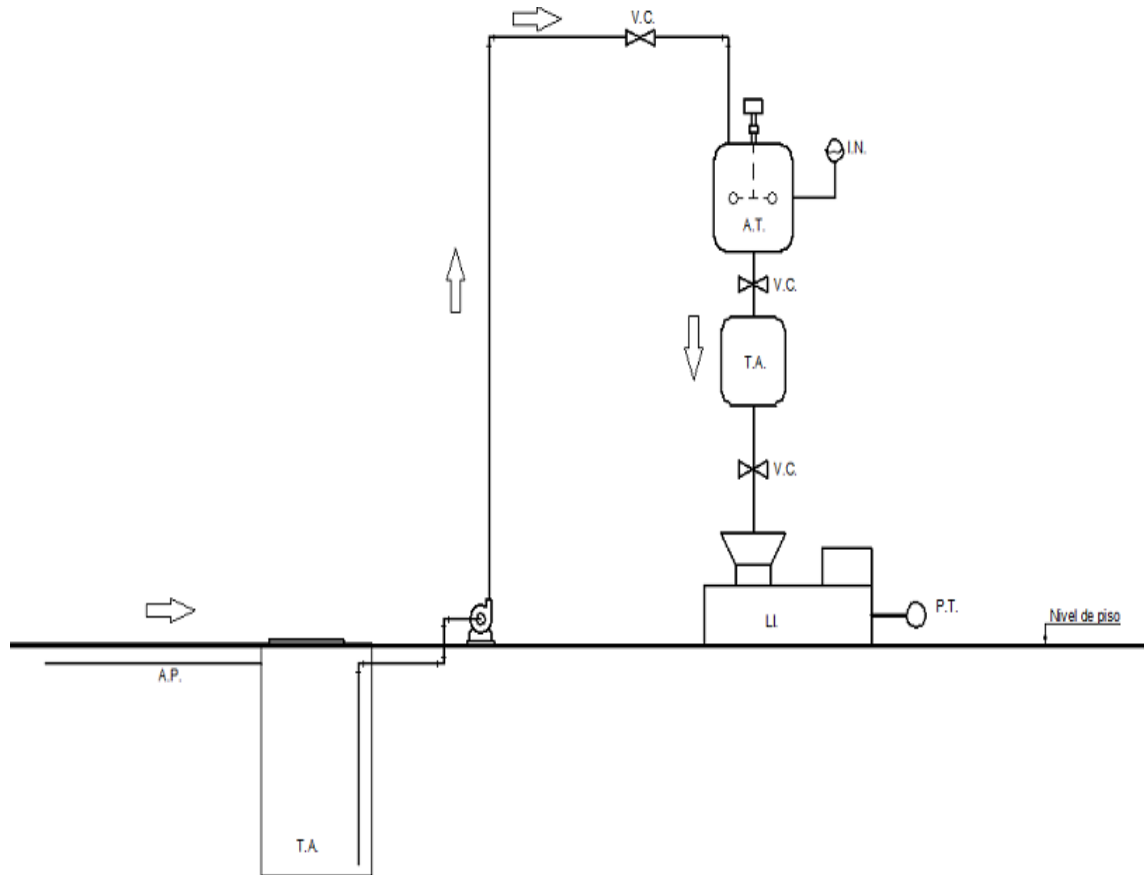
Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Tabla XXVI. Pruebas de olor

	Olor %peso				
Desinfectante	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
A1	Suave	Suave	Medio	Fuerte	Fuerte

Fuente: datos experimentales, elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de proceso



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Abreviatura de variables**

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
A.P.	Agua potable
T.A.	Tanque de almacenamiento
V.C.	Válvula de compuerta
I.N.	Indicador de nivel
A.T.	Agitador de turbina
LI.	Llenadora
P.T.	Producto terminado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Modelo SIPOC**

S (Supplier)	I (Input)	P (Process)	O (Output)	C (Customer)
Proveedores Internacionales (China, Indonesia, USA, Europa) Proveedores locales Recurso Humano	Materia Prima( agentes activos, limpiador, secuestrador) Aroma y colocante. Operarios	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Pesar Materia Prima</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Desechos sólidos(bolsas, cartón, botellas plasticas)	Empresa dedicada al pre-procesamiento de sólidos
Empresa Electricidad Recurso Humano Municipalidad	Electricidad Operarios Agua potable	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Mezclado ingredientes Tanque 1</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Desechos líquidos	Empresa dedicada al pre-procesamiento de líquidos
Empresa Electricidad Recurso Humano Empresa Electricidad	Electricidad Operarios Electricidad	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Vaciado hacia Tanque 2</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Desechos líquidos	Empresa dedicada al pre-procesamiento de líquidos
Recurso Humano Proveedores locales	Operarios Llenadora	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Vaciado a llenadora</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Detergente Desinfectante de superficie	Compradores mayoritarios y minoritarios
Recurso Humano Proveedores locales	Operarios Empaque(embases, botellas plásticas, cajas).	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Almacenaje final</div>	Detergente Desinfectante de superficie	Compradores mayoritarios y minoritarios

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Tabla de control**

Ubicación	Variable de control	Punto de medición	Tamaño de muestra	Unidad de medición	Frecuencia	Responsable de medición
1	Dureza de agua	Válvula de muestreo en tubería	50 ml del agua	mg/l	Cada cambio de turno	Operador de producción
2	p H	Válvula de muestreo en tanque	50 ml del producto		Cada lote	Operador de producción
	Densidad			g/ml	Cada lote	Operador de producción
	Viscosidad			cP	Cada lote	Operador de producción
	Color			PMS 355	Cada lote	Operador de producción
	Aroma			Manzana Verde	Cada lote	Operador de producción
	Microbiológico		100 ml del producto	UFC	Cada lote	Operador de producción
3	Etiquetado	Área de producto final	Botellas (Galón/Litro)		Cada lote	Operador de producción

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Especificaciones de equipos**

Variable	Dimensión	Variable	Dimensión
Volumen tanque	1 000 Lt	Anchura rodete	0,07 m
Altura tanque	1,18 m	Longitud de palas	0,1 m
Diámetro tanque	1,18 m	Altura impulsor	0,39 m
Diámetro impulsor	0,39 m	Anchura deflectores	0,1 m
Potencia Motor	2 HP	Potencia bomba	½ HP
Velocidad descarga de impulsor	0,26 m <sup>3</sup> /s	Flujo volumétrico agua	0,0011 m <sup>3</sup> /s
Velocidad tubería agua	0,85 m/s	Flujo másico	1,1 kg/s
Velocidad de llenado	3 gal/min	Tiempo vaciado	7,9 min

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

## Tratamiento desechos sólidos

Para los desechos sólidos que se generen en la planta de producción en la manipulación de las materias primas pueden ser tratados por medio método de las 3R's que significa reducir, rehusar y reciclar. Los materiales que se generan son bolsas plásticas, cartón, envases plásticos, etc. O bien desechar estos materiales trasladándolos hacia procesos industriales donde estos puedan ser preprocesados y coprocesados sirviendo como combustibles alternativos.

## Tratamiento desechos líquidos

El pH que se tiene para esta formulación es alcalino con un valor de entre 8 y 9, los desechos líquidos que se pueden generar es a partir del lavado de tanques al momento de iniciar un nuevo lote de producto. Al momento de ir diluyendo los residuos con agua se va midiendo el pH hasta lograr una solución neutra, si esto no es posible solo con el lavado se procede agregar una solución ácida hasta lograr su neutralidad.



### 3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Para esta parte se obtuvieron los promedios de los datos la sección anterior.

Tabla XXX. Promedio colonias con el microorganismo *Pseudomona*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	56,00	52,00	52,33
A2	58,33	56,00	55,33
A3	61,33	57,67	56,67
B1	53,00	52,00	51,33
B2	53,67	52,67	51,67
B2	54,33	54,33	53,33
C1	53,67	52,33	52,33
C2	52,33	51,33	51,67
C3	55,33	53,00	52,33
PD	52,33	51,33	51,67
PD	52,00	51,33	51,33
PD	51,33	51,00	51,33

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXI. Promedio colonias con el microorganismo *Staphylococcus*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	53,67	52,33	52,33
A2	56,67	54,67	55,33
A3	59,33	56,67	56,00
B1	56,67	58,00	57,67
B2	60,67	58,00	58,00
B2	62,67	59,00	58,00
C1	65,67	64,00	61,33
C2	67,67	64,67	62,67
C3	68,00	65,67	65,00
PD	51,00	51,33	51,33
PD	53,00	52,67	52,33
PD	52,67	51,67	51,67

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXII. Promedio colonias con el microorganismo *E.coli*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	54,67	52,33	52,67
A2	63,00	58,00	53,67
A3	75,00	65,33	61,33
B1	67,00	64,00	65,00
B2	73,67	71,33	68,00
B2	77,00	74,00	69,33
C1	66,00	66,00	63,33
C2	71,00	66,67	60,00
C3	74,33	69,33	64,33
PD	50,67	51,67	51,67
PD	52,67	52,33	52,33
PD	53,00	52,00	52,67

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXIII. Promedio UFC con el microorganismo *Pseudomona*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	1,12	1,04	1,05
A2	1,17	1,12	1,11
A3	1,23	1,15	1,13
B1	1,06	1,04	1,03
B2	1,07	1,05	1,03
B2	1,09	1,09	1,07
C1	1,07	1,05	1,05
C2	1,05	1,03	1,03
C3	1,11	1,06	1,05
PD	1,05	1,03	1,03
PD	1,04	1,03	1,03
PD	1,03	1,02	1,03

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXIV. Promedio UFC con el microorganismo *E.Coli*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	1,07	1,05	1,05
A2	1,13	1,09	1,11
A3	1,19	1,13	1,12
B1	1,13	1,16	1,15
B2	1,21	1,16	1,16
B2	1,25	1,18	1,16
C1	1,31	1,28	1,23
C2	1,35	1,29	1,25
C3	1,36	1,31	1,30
PD	1,02	1,03	1,03
PD	1,06	1,05	1,05
PD	1,05	1,03	1,03

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXV. Promedio UFC con el microorganismo *Staphylococcus*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	1,09	1,05	1,05
A2	1,26	1,16	1,07
A3	1,50	1,31	1,23
B1	1,34	1,28	1,30
B2	1,47	1,43	1,36
B2	1,54	1,48	1,39
C1	1,32	1,32	1,27
C2	1,42	1,33	1,20
C3	1,49	1,39	1,29
PD	1,01	1,03	1,03
PD	1,05	1,05	1,05
PD	1,06	1,04	1,05

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXVI. Promedio prueba coeficiente fenólico

FENOL	<i>E.Coli</i>		
	TIEMPO min		
	5	10	15
1/90	+	0	0
1/100	+	+	+
<i>Staphylococcus</i>			
1/60	+	0	0
1/70	+	+	+
<i>Pseudomona</i>			
1/80	+	0	0
1/90	+	+	+

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XXXVII. Promedio prueba coeficiente fenólico desinfectante

Desinfectante	Dilución	<i>E.Coli</i>			<i>Staphylococcus</i>			<i>Pseudomona</i>		
		TIEMPO min								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
A	1/50	+	0	0	+	0	0	+	0	0
	1/75	+	0	0	+	0	0	+	0	0
	1/100	+	0	0	+	0	0	+	0	0
B	1/50	+	0	0	+	0	0	+	0	0
	1/75	+	+	0	+	+	0	+	+	0
	1/100	+	+	+	+	+	0	0	+	0
C	1/50	+	0	0	+	0	0	+	0	0
	1/75	+	0	0	+	0	0	+	0	0
	1/100	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia. Positivo (+), Negativo (-).

Tabla XXXVIII. Promedio de valor prueba coeficiente fenólico

Desinfectante	Microorganismo		
	<i>E.Coli</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Pseudomona</i>
A	1,80	1,20	1,60
B	1,80	1,20	1,60
C	1,80	1,20	1,60

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Promedio % eliminación con el microorganismo**  
***Pseudomona***

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	99,60	99,71	99,66
A2	99,74	99,56	99,57
A3	99,69	99,66	99,66
B1	99,57	99,71	99,81
B2	99,35	99,62	99,76
B2	99,41	99,44	99,52
C1	99,27	99,66	99,66
C2	99,66	99,81	99,76
C3	99,25	99,57	99,66
PD	99,66	99,81	99,76
PD	99,71	99,81	99,81
PD	99,81	99,85	99,81

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XL. **Promedio % eliminación con el microorganismo**  
***Staphylococcus***

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	99,40	99,61	99,61
A2	99,35	99,25	99,15
A3	99,41	99,61	99,42
B1	98,94	98,75	98,79
B2	98,37	98,75	98,75
B2	98,09	98,60	98,75
C1	97,70	97,92	98,27
C2	97,44	97,83	98,09
C3	97,40	97,70	97,78
PD	99,83	99,78	99,78
PD	99,51	99,56	99,61
PD	99,56	99,72	99,72

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLI. Promedio % eliminación con el microorganismo *E.coli*

Desinfectante	Promedio		
	5	10	15
A1	98,94	99,44	99,56
A2	98,68	99,35	99,43
A3	98,25	99,40	99,26
B1	97,49	97,88	97,75
B2	96,67	96,95	97,36
B2	96,29	96,63	97,19
C1	97,62	97,62	97,97
C2	96,99	97,53	98,43
C3	96,59	97,19	97,84
PD	99,88	99,72	99,72
PD	99,55	99,61	99,61
PD	99,50	99,66	99,56

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLII. Promedio resultados fisicoquímicos

Desinfectante	Viscosidad cP	Densidad g/ml	pH
	Promedio		
A1	2,333	0,967	8,567
A2	1,300	0,975	8,600
A3	1,363	0,974	8,467
B1	1,400	0,984	8,133
B2	1,300	0,966	7,567
B3	1,293	0,964	8,200
C1	1,473	0,995	8,233
C2	1,597	0,959	8,100
C3	1,530	0,921	8,633
DP	1,983	0,971	8,700
DP	1,443	0,978	8,633
DP	1,480	0,966	8,667

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

### 3.8. Análisis estadístico

Para cada prueba microbiológica y fisicoquímica se obtuvo el análisis estadístico por medio del estadístico de prueba, se utilizó un nivel de confianza al 95% debido a que a nivel de investigación se debe de tomar este como un parámetro para la aceptación de una hipótesis nula.

Se aplicó el estadístico de prueba con base a la distribución de t Student debido a que se cuenta con datos menores a 30 elementos en nuestro muestreo y se conoce la desviación estándar muestral, se compara si no existe diferencia significativa entre las mismas.

Tabla XLIII. **Estadístico de prueba para viscosidad**

Desinfectante, $x$	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	1,67	0,03	0,570	0,325	9,000	0,199	0,5003
2	1,33	-0,31	0,098	0,010	9,000	0,041	-7,4417
3	1,53	-0,11	0,067	0,004	9,000	0,039	2,7995
4	1,64		0,270	0,073	9,000	0,073	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLIV **Estadístico de prueba para densidad**

Desinfectante, $x$	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	0,972	0,0003	0,004	0,0000	9,000	0,00003	0,131
2	0,971	-0,0001	0,011	0,0001	9,000	0,00009	-0,026
3	0,958	-0,0132	0,033	0,0011	9,000	0,00055	-1,197
4	0,971		0,007	0,0000	9,000	0,00004	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.



Tabla XLV. Estadístico de prueba para pH

Desinfectante,x	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	8,544	-0,122	0,124	0,015	9,000	0,0276	-1,560
2	7,967	-0,700	0,346	0,120	9,000	0,0800	-5,250
3	8,322	-0,344	0,254	0,064	9,000	0,0522	-3,197
4	8,667		0,200	0,040	9,000	0,0400	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLVI. Estadístico de prueba para % eliminación con *Pseudomona*

Desinfectante,x	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	99,680	-0,047	0,082	0,007	9,000	0,007	-1,179
2	99,443	-0,283	0,149	0,022	9,000	0,015	-4,947
3	99,394	-0,333	0,212	0,045	9,000	0,026	-4,371
4	99,727		0,086	0,007	9,000	0,007	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLVII. Estadístico de prueba para % eliminación con *Staphylococcus*

Desinfectante,x	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	99,386	-0,244	0,199	0,040	9,000	0,041	-2,540
2	98,468	-1,162	0,394	0,155	9,000	0,099	-7,828
3	97,510	-2,120	0,160	0,026	9,000	0,035	-24,209
4	99,630		0,208	0,043	9,000	0,043	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Estadístico de prueba para % eliminación con E.coli**

Desinfectante, $x$	$\bar{x}_x$	$\bar{x}_4 - \bar{x}_x$	$S_x$	$S_x^2$	$n_x$	$S^2 p$	$t$
1	98,620	-1,020	0,322	0,104	9,000	0,073	-8,013
2	96,820	-2,820	0,543	0,295	9,000	0,168	-14,575
3	97,070	-2,570	0,497	0,247	9,000	0,144	-14,343
4	99,640		0,206	0,042	9,000	0,042	

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla XLIX. **Error estándar**

Desinfectante	Viscosidad	Densidad	pH
1	0,5770	0,0013	0,0412
2	0,0982	0,0038	0,1155
3	0,0669	0,0109	0,0846

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla L. **Error estándar % eliminación**

Desinfectante	Pseudomona	Staphylococcus	E.coli
1	0,0699	0,1995	0,3218
2	0,1491	0,3938	0,5428
3	0,2120	0,1602	0,4966

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.

Tabla LI. **t Student crítico**

v	t Student crítico
16	2,583

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Probabilidad de ocurrencia**

<b>Desinfectante</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>pH</b>
1	2%	0%	0%	58%	62%	0,11%
2	0%	0%	0%	0%	47%	0%
3	0%	0%	0%	0%	0,7%	0%

Fuente: muestra de cálculo, elaboración propia.



## 4. RESULTADOS

Tabla LIII. Resultados de la caracterización fisicoquímica

Propiedades Fisicoquímicas	detergente desinfectante			
	1	2	3	4
Viscosidad, $\mu$ (kg/m*s)	0,00233	0,00140	0,00147	0,00198
pH	8,67	8,13	8,23	8,70
Densidad, $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	967	984	995	970
Color	PMS 355	PMS 355	PMS 355	
Aroma	Manzana Verde	Manzana Verde	Manzana Verde	

Fuente: elaboración propia.

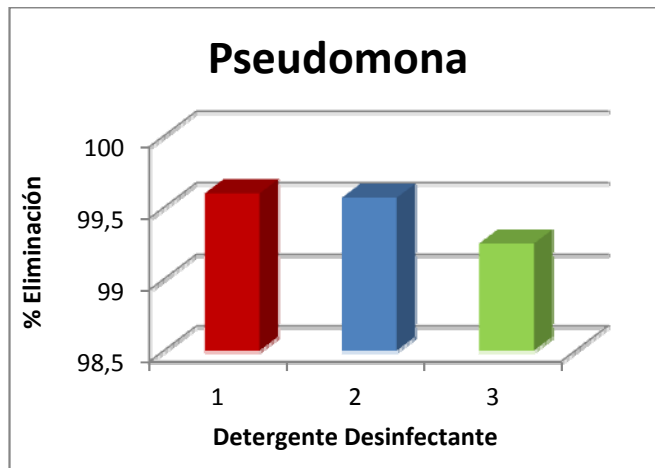
Tabla LIV. Resultados de la caracterización microbiológica

Desinfectante	% eliminación			coeficiente fenólico		
	P	S	E	P	S	E
1 (Cloruro de Benzalconio)	99,60	99,4	98,94	1,6	1,2	1,8
2(Clorexidina)	99,57	98,94	97,49	1,6	1,2	1,8
3(Cetrimida)	99,27	97,70	97,62	1,6	1,2	1,8
4	99,73	99,63	99,64			

Fuente: elaboración propia; P=*pseudomona*, S= *Staphylococcus*, E= *E.Coli*.

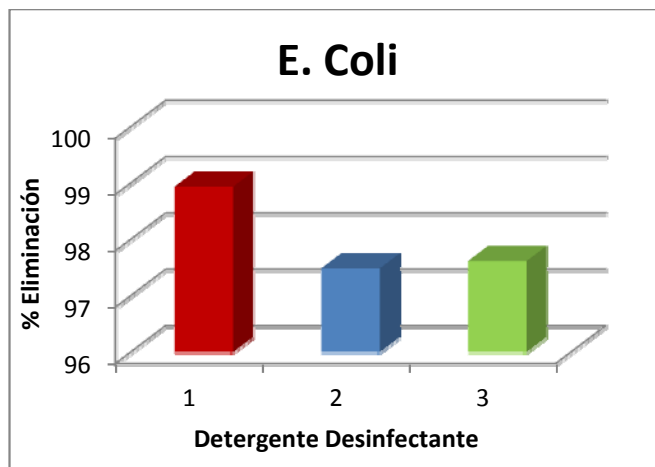
## 4.2. Efectividad del agente activo

Figura 15. % Eliminación versus Detergente, *Pseudomona*



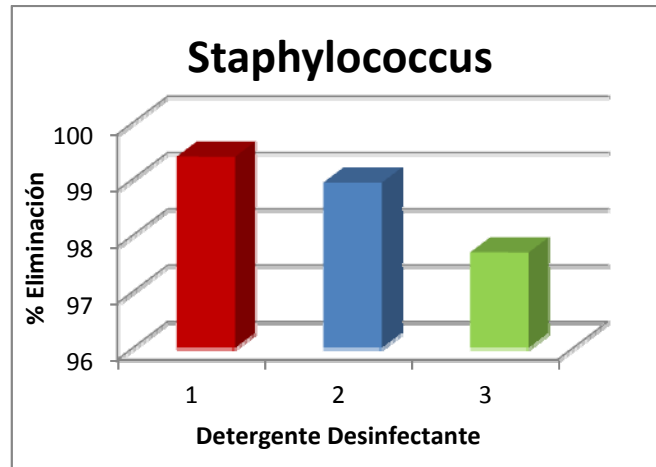
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. % Eliminación versus Detergente, *E.coli*



Fuente: elaboración propia.

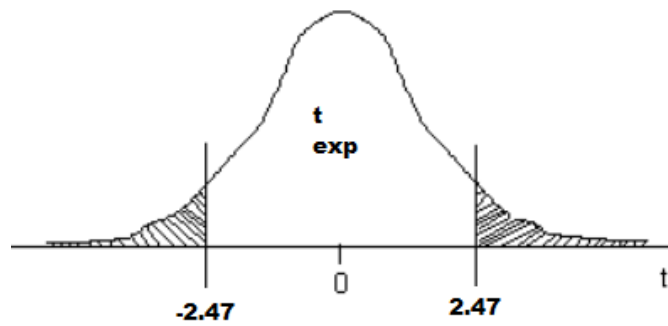
Figura 17. % Eliminación versus Detergente, *Staphylococcus*



Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Evaluación de diferencia significativa entre los agentes

Figura 18. *t* Student



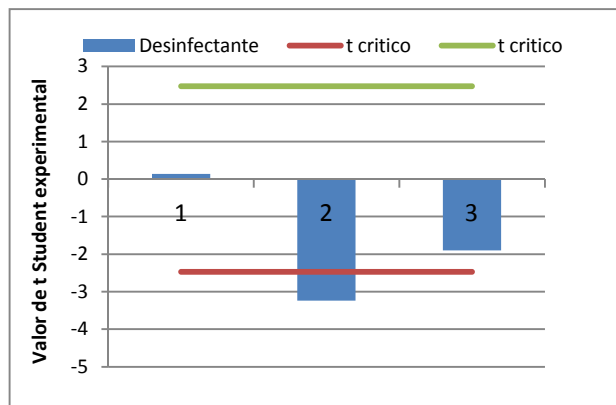
Fuente: elaboración propia.

Tabla LV Resultado de diferencia entre los agentes

	Viscosidad	Densidad	pH	% Eliminación		
				P	S	E
1	0,14	0,13	-1,56	-1,18	-2,54	-8,013
2	-3,24	-0,03	-5,25	-4,95	-7,83	-14,575
3	-1,19	-1,20	-3,20	-4,37	-24,21	-14,343

Fuente: Sección análisis estadístico; P=*pseudomona*, S= *Staphylococcus*, E= *E.Coli*.

Figura 19. t Student viscosidad

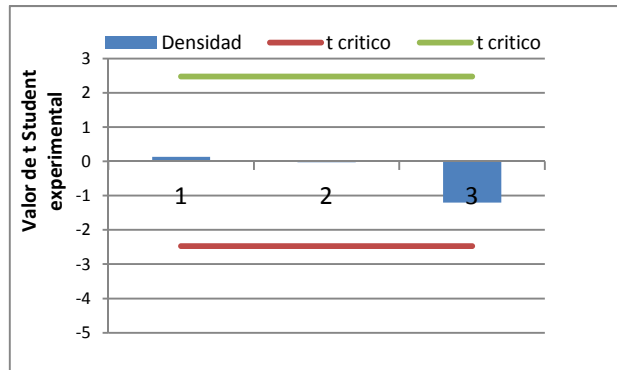


Fuente: elaboración propia.

(Indica que el desinfectante 1 y 2 está dentro del límite permitido)



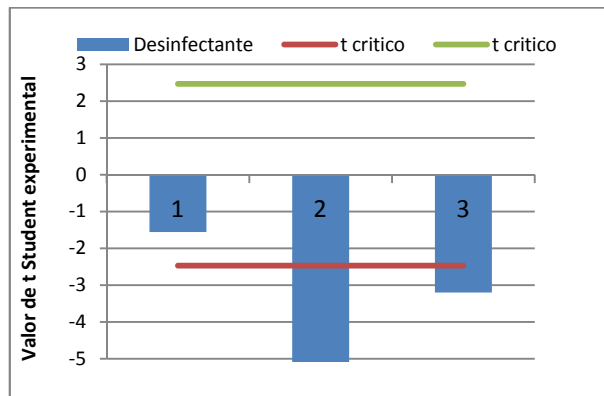
Figura 20. **t Student densidad**



Fuente: elaboración propia.

(Indica que el desinfectante 1, 2 y 3 están dentro del límite permitido)

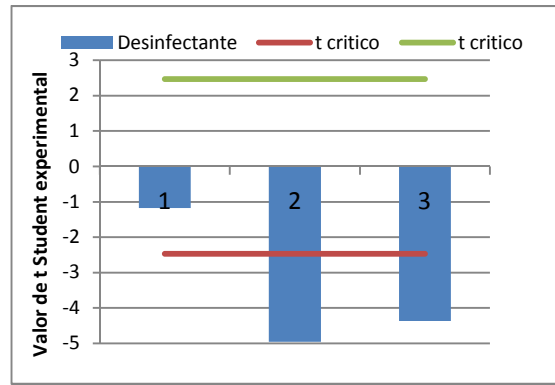
Figura 21. **t Student pH**



Fuente: elaboración propia.

(Indica que el desinfectante 1 está dentro del límite permitido)

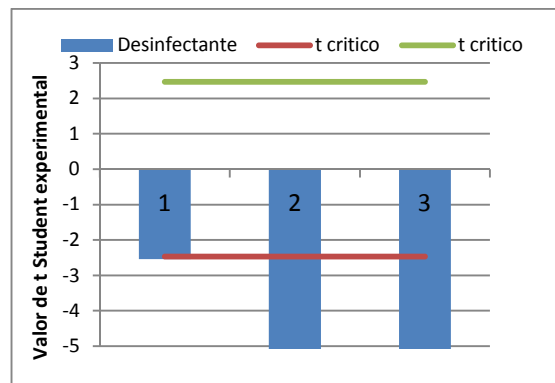
Figura 22. **t Student % eliminación *Pseudomona***



Fuente: elaboración propia.

(Indica que el desinfectante 1 está dentro del límite permitido)

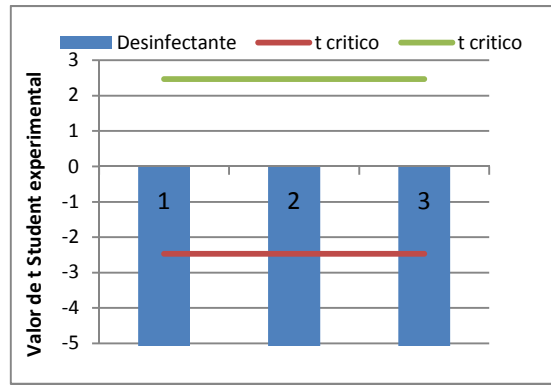
Figura 23. **t Student % eliminación *Staphylococcus***



Fuente: elaboración propia.

(Indica que el desinfectante 1 está dentro del límite permitido)

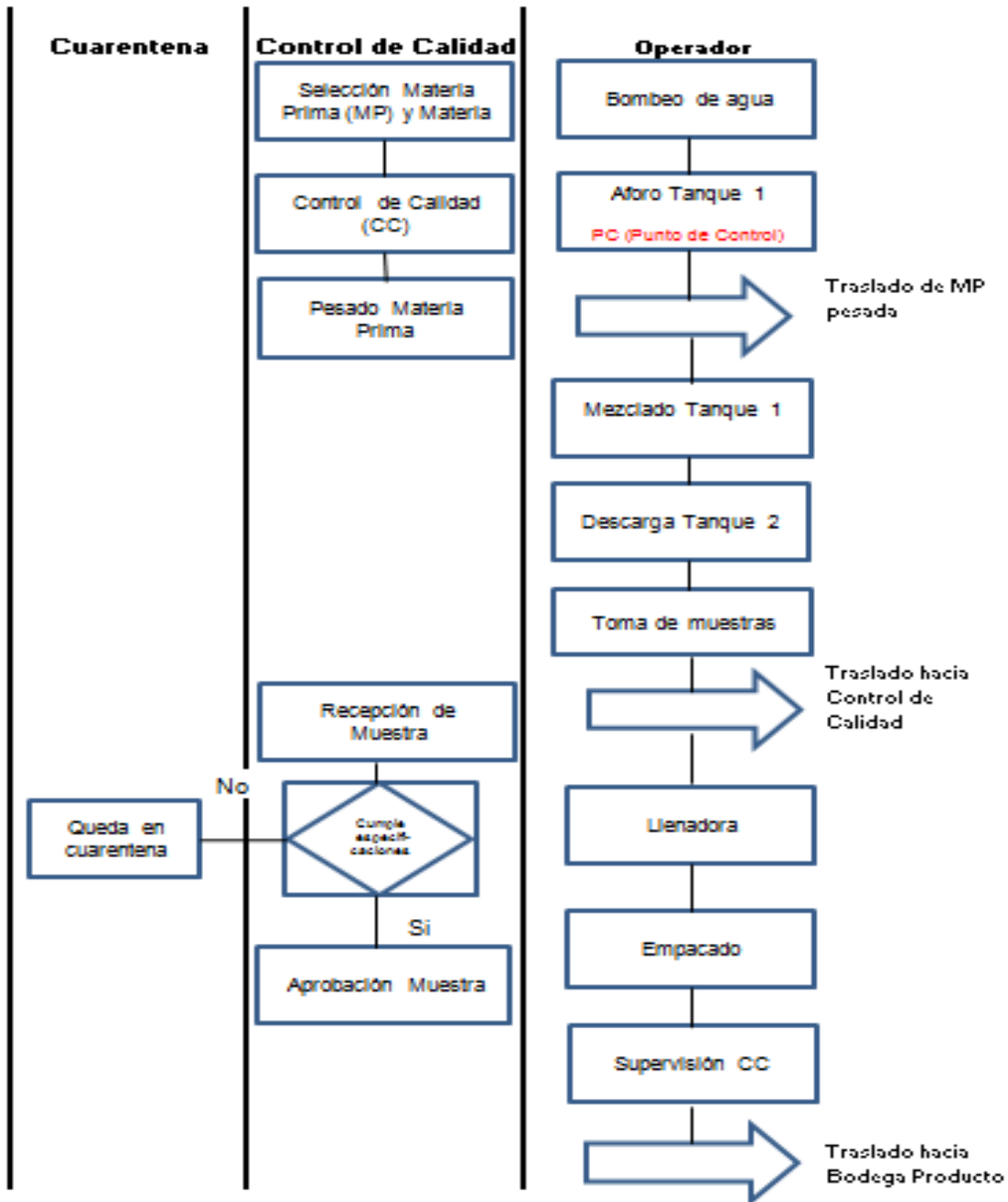
Figura 24. t Student % eliminación *E.coli*



Fuente: elaboración propia.

(Indica que ningún desinfectante está dentro del límite permitido)

Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de producción

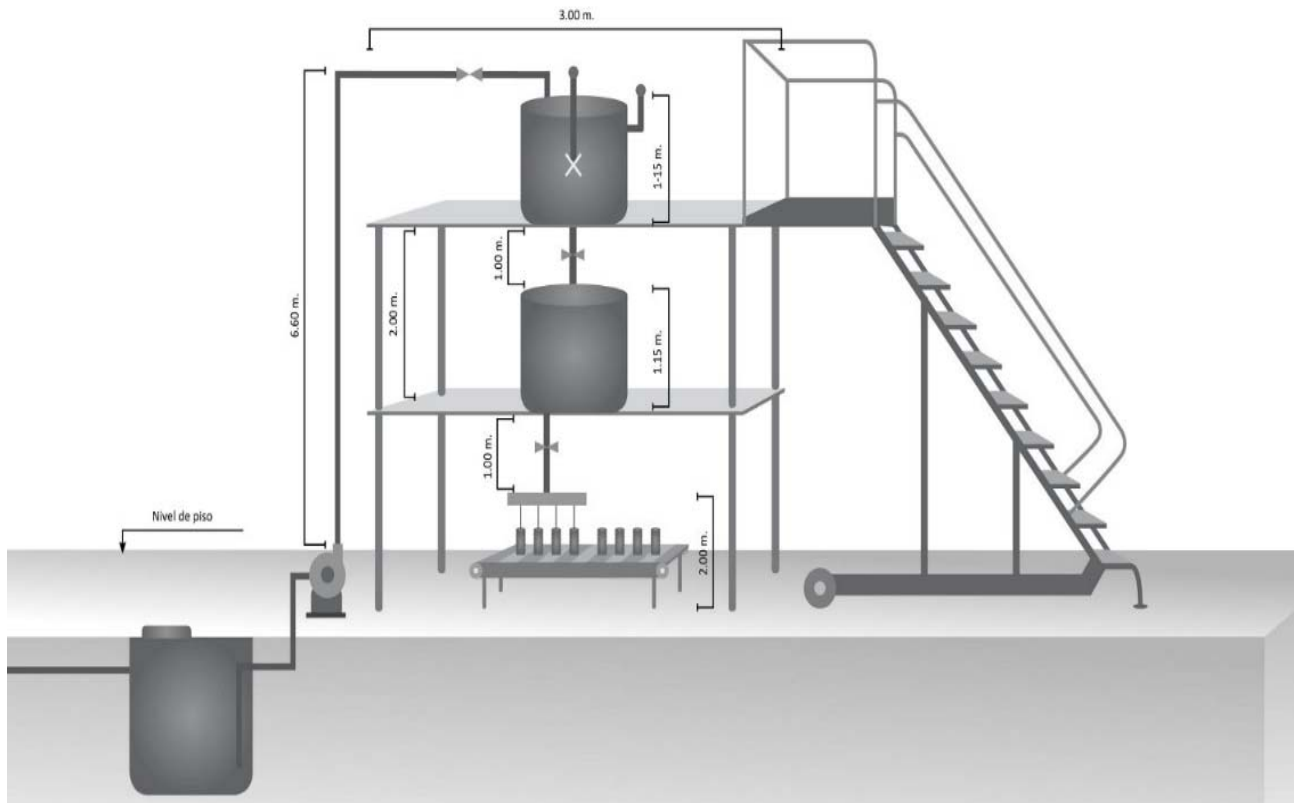


Fuente: elaboración propia.

## Procedimiento

- A. Encender la bomba de alimentación de agua
- B. Pesar materia prima
- C. Aforar el tanque 1 con agua hasta una altura de 1 m<sup>3</sup> y agregar los reactivos (Buffer D-04, preservante D-03) previamente pesados. Encender el motor del agitador. Verificar la altura del nivel de agua.
- D. Agregar la esencia con el limpiador (DG-15) hasta ver una mezcla homogénea.
- E. Agregar el bactericida (D-01)
- F. Dejarlo reposar media hora, luego abrir la válvula 1 para trasladar el material hacia el tanque 2. Verificar su densidad, aroma, color, viscosidad, pH.
- G. Abrir la válvula 2 y vaciar hacia llenadora.
- H. Realizar el llenado del líquido en botellas de galón y/o litro
- I. Proceder a sellar y etiquetar las botellas plásticas. Verificar el correcto sellado y etiquetado
- J. Trasladar hacia almacenaje final

Figura 26. Esquema de proceso



Fuente: elaboración propia.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de graduación se determinó la formulación para un detergente desinfectante de superficies, utilizando tres agentes químicos de los cuales la empresa de Productos Químicos tiene mayor *stock* siendo: Cetrimida, Cloruro de Benzalconio y Clorexidina.

Para cada agente químico se utilizaron tres concentraciones los cuales fueron para el agente 1 (2,5%, 1,5% y 0,65%), agente 2 (3,0%, 2,0% y 2,5%) y el agente 3 (2,0%, 1,5% y 1,00%). Al momento de realizar la formulación los ingredientes que se utilizaron fueron el vehículo, limpiador, agente secuestrador, preservante, color y aroma. Para cada agente se le realizaron muestras para luego ser evaluadas posteriormente. El problema que tiene la elaboración de un desinfectante es la solubilidad del tensoactivo y el aroma, para este producto no se formó ningún sedimento por lo que se puede decir que si es miscible.

En la tabla LIII de la sección de resultados presenta los datos generales para los tres detergentes desinfectante de superficie, caracterizándolo fisicoquímicamente obteniendo su viscosidad por medio del viscosímetro de Brookfield, densidad, pH, aroma y color. La determinación del color se realizó con referencia al catalogo Pantone® y según el criterio del ingeniero de producción de la planta se estableció la intensidad. Según los datos de referencia que se obtuvieron para los análisis del desinfectante comercial el agente que cumple con las especificaciones es el Cloruro de Benzalconio.

Para la caracterización microbiológica se realizaron con las siguientes cepas *Pseudomona*, *Staphylococcus* y *E.coli*, siendo aplicadas para la evaluación del porcentaje de eliminación, obteniéndolo a partir del método de hisopado tomando un área de 50 cm<sup>2</sup> para la prueba. En este análisis se obtuvo las unidades formadoras de colonia al inicio y final de la aplicación del detergente desinfectante para luego comprobar la función bactericida y así determinar por medio de los resultados la cantidad de porcentaje de eliminación de los microorganismos. Se estuvo variando el tiempo 5,10 y 15 min de aplicación para cada una de las pruebas.

De igual forma se analizaron los ingredientes activos en el detergente desinfectante utilizando la prueba del coeficiente fenólico diseñada para la comparación de compuestos aromáticos con respecto del fenol, se hace referencia en que este se utiliza en la presente investigación como método comparativo al analizar bajo las mismas circunstancias los tres agentes.

El Cloruro de Benzalconio es un amonio cuaternario estable, no se volatiliza, ni cambia de apariencia y es soluble en agua hasta un 80%, además de poseer un olor característico y se pierde a medida que el desinfectante es diluido.

Los perfumes o aromas no pierden su fragancia ni se cambia el carácter de esta cuando son mezclados con amonio cuaternario, aun en porcentajes bajos. El amonio no mancha por lo que es posible aplicarlo en superficies.

En la tabla LIV indica los resultados para la caracterización microbiológica determinando que el detergente desinfectante 1 es el que tiene mayor porcentaje eliminación, teniendo para la *Pseudomona* el 99,60%,



*Staphylococcus* 99,4% y *E.Coli* 98,94%; siendo más efectiva en el microorganismo de *Pseudomona*.

Para la prueba de coeficiente el valor es igual para los tres desinfectantes aplicados en diferente microorganismo indicando que tiene mayor efectividad que los desinfectantes que utilizan fenol como agente activo, actúa con los microorganismos de *E.Coli*, por lo que se determina utilizar el cloruro de benzalconio como agente activo según los resultados de esta prueba.

En las figuras 15, 16 y 17 se puede ver claramente que el detergente desinfectante 1 es el que elimina un mayor porcentaje de microorganismos en comparación con los otros dos. Esto se debe a su alto poder de desinfección y porque la concentración del agente activo es de 2,5%.

Según el análisis de t Student utilizando un nivel de confianza del 95% se pudo establecer si en los detergentes desinfectantes de superficie existe alguna diferencia significativa en referencia al desinfectante comercial. En la tabla LV se tiene los valores de t Student crítico obtenidos a partir de la media y el error estándar para cada agente, en la figura 19 el desinfectante 1 y 2 están dentro del límite por lo que se acepta la hipótesis nula la cual es que no existe diferencia significativa.

Mientras que en la figura 20 los tres agentes están dentro del límite del valor de densidad por lo que se acepta la hipótesis nula, pero para el valor de pH solo el agente 1 no tiene diferencia como se tiene en la figura 21. Con respecto al porcentaje de eliminación utilizando *Pseudomona* como microorganismos en la figura 22 solo el agente 1 no tiene diferencia y para la figura 23 y 24 se tiene que sobrepasan el límite de la t crítica por lo que se acepta la hipótesis alterna.

En la descripción del proceso se estableció una secuencia lógica y la que mayor se acopla para realizar la producción del detergente desinfectante en la Planta de Productos Químicos la cual cuenta con un área de 10 m x15 m.

El diagrama de proceso de este trabajo presenta la utilización de dos tanques de acero inoxidable con capacidad para 1 300 L y de los cuales en la tabla XXIX aparecen las dimensiones así como las especificaciones de los equipos auxiliares. La capacidad de dicho tanque se escogió por la necesidad de producir 2 000 L/ día.

La velocidad de giro que este tanque tiene es de 5 RPS considerándola apta para este tipo de proceso, ya que evita que se forme espuma, por lo que la velocidad de descarga del impulsor es de  $0,26\text{m}^3/\text{s}$  la cual relaciona el número de flujo, la velocidad de giro y el diámetro del impulsor, siendo en dirección vertical. El impulsor que se utilizará es de flujo axial. La potencia del motor según las dimensiones del tanque y el tipo de material manipular es de 2 HP.

El tanque de agitación tiene conectado una tubería la cual succiona agua del tanque de depósito que estará a nivel del suelo, la tubería es de 1 ½ in. Con cédula 40 y tendrá un flujo volumétrico de  $0,0011\text{m}^3/\text{s}$  equivalente a 16,64gal/min. Se tiene que el flujo es turbulento y la potencia de la bomba es de ½ HP.

Se ha colocado este tanque de agitación en el segundo nivel de la plataforma para que después de agregar el resto de los ingredientes y su agitación; sean trasladados por gravedad hacia un segundo tanque de depósito que estará conectado por una tubería de 1 ½ in. El tiempo estimado para el vaciado será de 8 min.

Se propone según la descripción de proceso de producción una máquina llenadora con velocidad de llenado mayor del 100% de la capacidad que tiene la planta, esto es de 3 botellas/min de capacidad de 1 L. También incluye un dosificado por gravedad y un transportador de 3 metros de largo para envases de plástico con capacidad de 1 litro o 1 galón con diámetro de boca interior de 22 mm a 35 mm. Además de un enroscador manual neumático con control de torque, la mesa giratoria de acumulación de envases para acoplarse a la salida del transportador, será de 90 cm de diámetro, todo lo anterior será fabricado con acero inoxidable.

Los desechos generados por la manipulación de las materias primas, y el desarrollo del proceso en la planta de producción podrán ser tratados por medio del método de las 3R's (reducir, rehusar y reciclar). O bien desechar estos materiales trasladándolos hacia procesos industriales donde estos puedan ser pre-procesados y coprocesados sirviendo como combustibles alternativos.

En cuanto a los desechos líquidos que se generen en el vaciado de los tanques podrán ser tratados controlando su pH. Para lo cual se lavarán estos con abundante agua o bien se contará con una solución ácida que logre su neutralidad.



## CONCLUSIONES

1. El Cloruro de Benzalconio es el agente activo que elimina una mayor cantidad de microorganismos.
2. La concentración efectiva del agente activo seleccionado Cloruro de Benzalconio es de 2,5% peso.
3. La Clorexidina y Cetrimina tienen menor valor de porcentaje de eliminación para la *Pseudomona*, *Staphylococcus* y *E.coli*.
4. Existe diferencia significativa en la viscosidad para el detergente desinfectante 3.
5. No existe diferencia significativa en la densidad para los tres detergentes desinfectantes.
6. No existe diferencia significativa en el valor del pH para el detergente desinfectante 1.
7. El proceso descrito es lógicamente razonable utilizando las especificaciones mencionadas.



## RECOMENDACIONES

1. Mezclar el limpiador y el aroma para evaluar la miscibilidad.
2. Utilizar agua blanda.
3. Realizar estudios financieros para la implementación de la planta.
4. Adquirir una llenadora con una velocidad de 3 gal/min y que cuente con una envasadora automática con cuatro boquillas, tabla transportadora, enjugadora automática, sellado y que sea de acero inoxidable.
5. Evitar espuma utilizando un tanque de agitación con un 30% mayor en su altura y cumplir las especificaciones descritas anteriormente.
6. Realizar por lo menos 3 lavados del tanque utilizando un agente activo disuelto en agua aplicándolo con un rociador en cada cambio de lote para evitar la contaminación cruzada.





## BIBLIOGRAFÍA

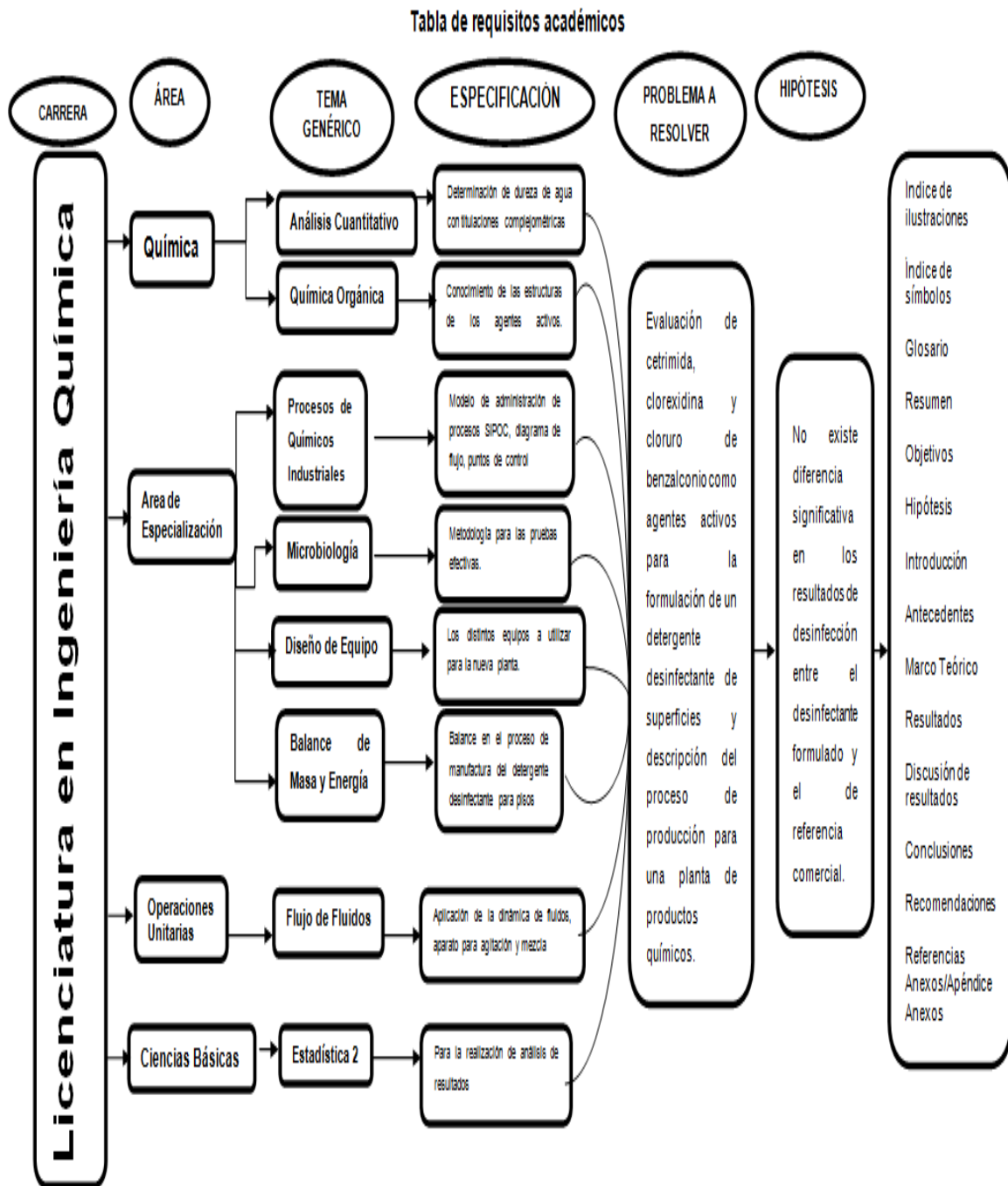
1. BROCK, Thomas. *Microbiología*. 3ª ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1987. p. 27-39 y 231-258.
2. BUEZO, Brenda. “*Comparación de los desinfectantes de amoniocuaternario con los de origen fenólico y halogenados*”. Trabajo de graduación de Ing. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 140 p.
3. CANAHUÍ GUEVARA, Ana Lucía. “*Comparación de la capacidad bactericida del alcohol etílico 95%, amonio cuaternario y pvp iodine como ingredientes activos de los desinfectantes por el método del coeficiente fenólico*”. Trabajo de graduación de Ing. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 158 p.
4. CARPENTER, Philip. *Microbiología*. 4ª ed. México: Interamericana, 1979. p. 217-229, 247-261.
5. CENZANO, Vicente. *Nuevo manual de industrias alimentarias*. 3ª ed. Madrid: AMV MUNDI-PRENSA, 1993. p. 566-574.
6. COLMER, Francisco. *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. 3ª ed. México: LIMUSA, 2007. p. 243-255.

7. DAIL, James. *Dinámica de fluidos*. 5<sup>a</sup> ed. México: Trillas, 1975. p. 469-473.
8. DEVORE, Jay. *Probabilidad y estadística*. 6<sup>a</sup> ed. México: Thomson, 1998. p. 410-438.
9. FELDER, Rousseau. *Principios elementales de los procesos químicos*. 3<sup>a</sup> ed. México: Limusa Wiley, 1990. p. 35-44.
10. GEANKOPLIS, Christie J. *Proceso de transporte y operaciones unitarias*. 3<sup>a</sup> ed. México: Continental, 1998. p. 161-172.
11. GREENE, Richard. *Válvulas selección, uso y mantenimiento*. 3<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill, 1983. p. 248-255.
12. INTECAP. *Control de Calidad de medios de cultivo*. Guatemala: 2009. p. 36-65.
13. JOKLIK, Wolfgang. *Microbiología*. 18<sup>a</sup> ed. Argentina: Médica Panamericana. p. 281-295.
14. LEVENSPIEL, Octave. *Flujo de fluidos*. 3<sup>a</sup> ed. España: Reverté, 1993. p. 175-181.
15. MCCABE, Warren L. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 7<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill, 1991. p. 259-305.

16. NJOCK. *Métodos y técnicas de investigación cuantitativas y cualitativas*. [en línea]. [ref. 3 de marzo de 2010]. Disponible en Web: <<http://mail.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream.html>>.
17. PELCZAR, Michael. *Microbiología*. 4<sup>a</sup> ed. México: McGraw-Hill, 1996. p. 83-85, 363-371, 389-401.
18. PERRY, Robert, et al. *Manual del ingeniero químico*. García Brague, Antonio (ed.); Luis Alemany Arrébola (trad.) 4<sup>a</sup> ed. España: McGraw-Hill, 2001. Tomo II; 9 p. 66-96, 10 p. 170-171 Tomo III; 18 p. 6-13, 21 p. 52 Tomo IV; 25 p.104-141 ISBN 84-481-3342-0.
19. SCHORSCH, Gilbert. *Cartas Firp*. 3<sup>a</sup> ed. Venezuela: MCT, 1987. p. 2-42.
20. SCRIBD. *Productos desinfectantes*. [en línea]. [ref. 21 de enero de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.scribd.com/doc/123000/proyecto-de-quimicalimpiador-de-pisos1>>.
21. \_\_\_\_\_. *Estudio comparativo de diferentes desinfectantes en condiciones "invitro"*. [en línea]. [ref. 5 de enero de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.calier.es/pdf/Dossier%20Tecnico%20DESPADAC%201t.pdf>>.
22. \_\_\_\_\_. *Modelo SIPOC*. [en línea]. [ref. 21 de enero de 2010]. Disponible en Web: <<http://engindustrial.blogspot.com/2009/08/modelo-sipoc.html>>.

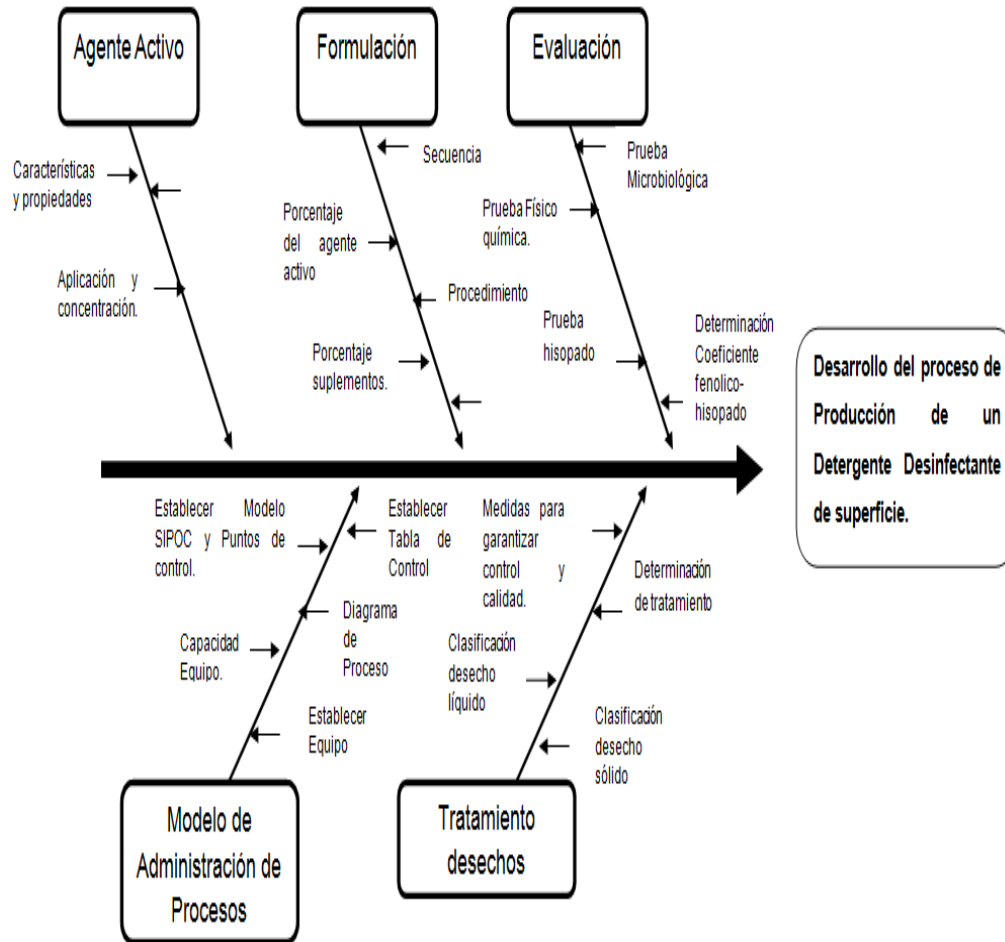
23. \_\_\_\_\_. *Productos utilizados para desinfección*. [en línea]. [ref. 5 de enero de 2010]. Disponible en Web: <<http://www.ecampo.com/media/news/nl/lechtambosanidad6.htm>>.
24. \_\_\_\_\_. *Manual para el manejo de desechos*. [en línea]. [ref. 4 de enero de 2010]. Disponible en Web: <http://www.cepis.org.pe/cdromrepi86/fulltexts/eswww/fulltext/repind62/guiaane/manuma.html>>.
25. \_\_\_\_\_. *Modelo matemático del crecimiento de bacterias*. [en línea]. [ref. 16 de enero de 2010] Disponible en Web: <<http://www.monografias.com/trabajos27/crecimientobacteriano/crecimiento-bacteriano.shtml>>.
26. \_\_\_\_\_. *Evaluación antimicrobiana*. [en línea]. [ref. 4 de enero de 2010]. Disponible en Web: <[http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol31\\_3\\_97/far06397.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol31_3_97/far06397.htm)>.
27. \_\_\_\_\_. *Método de Recuento en placa*. [en línea]. [ref. 21 de enero de 2010]. Disponible en Web: <[http://virus.usal.es/web/demo\\_microali/Saureus/SaureusPlaca.html](http://virus.usal.es/web/demo_microali/Saureus/SaureusPlaca.html)>.

## APÉNDICE A. REQUISITOS ACADÉMICOS



Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE B. DIAGRAMA ISHIKAWA



Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE C. MUESTRA DE CÁLCULO

### 1. Altura de tanque a partir del volumen

$$V = \pi r^2 H \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

$V$ : Volumen del tanque,  $m^3$

$r$ : Radio del tanque,  $m$

$H$ : Altura,  $m$

Se tiene que la capacidad del tanque es de 1 300L=1.3  $m^3$  y asumiendo lo siguiente:

$$\frac{H}{D_t} = 1 \Rightarrow H = D_t$$

Sustituyendo

$$V = \pi (D_t/2)^2 H$$

$$H = \sqrt[3]{V * 4/\pi}$$

$$H = \sqrt[3]{1,3m^3 * 4/\pi}$$

$$H = 1,18m$$

$$D_t = 1,18m$$

### 2. Cálculo de dimensiones de tanque

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{6} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

$$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \text{(Ecuación 12)}$$

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

$H$ : Altura del líquido en el tanque,  $m$

$D_t$ : Diámetro de tanque,  $m$

$D_a$ : Diámetro del impulsor,  $m$

$J$ : Anchura de los deflectores,  $m$

$L$ : Longitud de las palas del impulsor,  $m$

$W$ : Anchura del rodete,  $m$

$N$ : Velocidad de giro,  $r/s$

Sustituyendo se obtiene lo siguiente:

$$D_a = \frac{1}{3} 1,18m$$

$$D_a = 0,39m$$

$$W = \frac{1}{6} D_a$$

$$W = \frac{1}{6} * 0,9m = 0,07m$$

Los rodetes son 4 turbinas con una inclinación de  $45^\circ$

$$L = \frac{1}{4} D_a$$

$$L = \frac{1}{4} * 0,39m = 0,1m$$



$$E = \frac{1}{3} * D_t = \frac{1}{3} * 1,18m = 0,39m$$

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{1}{12} * D_t = \frac{1}{12} * 1,18m = 0,1m$$

### 3. Determinación de Número de flujo

Para este valor se encontró en la siguiente figura

#### Valor de Número de flujo

Para hélice marinas (paso cuadrado)	$N_Q=0,50$
Para una turbina de cuatro palas con $45^{\circ}$ $\frac{W}{D_a} = \frac{1}{6}$	$N_Q=0,87$
Para una turbina de disco	$N_Q=1,30$
Para impulsor de alta eficiencia HE-3	$N_Q=0,47$

Fuente: MCCABE, Wanner. Operaciones Unitarias. p. 270.

Obteniendo que  $N_Q = 0,87$

### 4. Velocidad de descarga del impulsor

$$Q = N_q N D_a^3 \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

$Q$ : Velocidad volumétrica de flujo,  $m^3/s$

$N_q$ : Número de flujo, adimensional

$N$ : Velocidad de giro,  $r/s$

$D_a$ : Diámetro del impulsor,  $m$

Sustituyendo se obtiene lo siguiente:

$$Q = 0,87 * \left( \frac{300rph}{60rp} \right) (0.39m)^3$$

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$t = \frac{1.3m^3}{0,26 m^3/s} = 5s$$

## 5. Obtención número de potencia

$$N_p = K_T$$

(Ecuación 15)

Donde:

$N_p$ : Número de potencia, adimensional

$K_T$ : Constante

El dato de  $K_T$  se obtuvo a partir de la siguiente información:

### Valor de $K_t$

Valores de las constantes  $K_L$  y  $K_T$  en las ecuaciones (9.19) y (9.21) para tanques que tienen cuatro deflectores en la pared del tanque, cuya anchura es igual a 10% del diámetro del tanque

Tipo de impulsor	$K_L$	$K_T$
Impulsor hélice, tres palas		
Paso 1.0 <sup>43</sup>	41	0.32
Paso 1.5 <sup>37</sup>	48	0.87
Turbina		
Disco de seis palas <sup>37</sup> ( $S_3 = 0.25$ , $S_4 = 0.2$ )	65	5.75
Seis palas inclinadas <sup>42</sup> ( $45^\circ$ , $S_4 = 0.2$ )	—	1.63
Cuatro palas inclinadas <sup>37</sup> ( $45^\circ$ , $S_4 = 0.2$ )	44.5	1.27
Paleta plana, dos palas <sup>43</sup> ( $S_4 = 0.2$ )	36.5	1.70
Impulsor HE-3	43	0.28
Cinta helicoidal	52	—
Ancla <sup>37</sup>	300	0.35

Fuente: MCCABE, Wanner. Operaciones Unitarias. p. 278.

Obteniendo que  $K_T = 1,27$  y sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene:

$$N_p = 1,27$$

## 6. Obtención de potencia de motor

$$P = N_p * N^3 * D_a^5 \rho \quad \text{(Ecuación 16)}$$

Donde:

$P$ : Potencia,  $W, HP$

$N_p$ : Número de potencia, adimensional

$N$ : Velocidad de giro,  $r/s$

$D_a$ : Diámetro del impulsor,  $m$

$\rho$ : Densidad,  $kg/m^3$

$$P = 1,27 * (5,00r/s)^3 * (0,39m)^5 * 967 kg/m^3$$
$$P = 1\,385,04 W * \frac{1kW}{1\,000W} = 1,385 kW * \frac{1HP}{0,7457} = 1,86HP$$
$$P = 2HP$$

## 7. Cálculo de flujo volumétrico para liquido de alimentación

El tanque a donde se va alimentar el líquido tiene una capacidad de 1 000L y que el llenado de 15min.

$q$ : Flujo volumétrico,  $m^3/s$

$$q = \frac{1\,000L}{15min} * \frac{0,001m^3}{1L} * \frac{1min}{60s}$$
$$q = 0,0011 m^3/s$$

Para el diámetro de la tubería es de 1 ½ in y cédula 40 se obtiene a partir de siguiente figura.

## Dimensiones, capacidades y peso de tuberías

### APÉNDICE 3

# Dimensiones, capacidades y pesos de tuberías estándar de acero<sup>†</sup>

Tamaño nominal de tubería, in.	Diámetro exterior, in.	Número de cédula	Espesor de pared, in.	Diámetro interior, in.	Área de la sección transversal del metal, in. <sup>2</sup>	Área de la sección interior, ft <sup>2</sup>	Circunferencia, ft, o superficie, ft <sup>2</sup> /ft de longitud		Capacidad para la velocidad de 1 ft/s		Peso de la tubería, lb/ft
							Exterior	Interior	U.S. gal/min	Agua, lb/h	
½	0.405	40	0.068	0.269	0.072	0.00040	0.106	0.0705	0.179	89.5	0.24
			0.095	0.215	0.093	0.00025	0.106	0.0563	0.113	56.5	0.31
¾	0.540	40	0.088	0.364	0.125	0.00072	0.141	0.095	0.323	161.5	0.42
			0.119	0.302	0.157	0.00050	0.141	0.079	0.224	112.0	0.54
1	0.675	40	0.091	0.493	0.167	0.00133	0.177	0.129	0.596	298.0	0.57
			0.126	0.423	0.217	0.00098	0.177	0.111	0.440	220.0	0.74
1½	0.840	40	0.109	0.622	0.250	0.00211	0.220	0.163	0.945	472.0	0.85
			0.147	0.546	0.320	0.00163	0.220	0.143	0.730	365.0	1.09
2	1.050	40	0.113	0.824	0.333	0.00371	0.275	0.216	1.665	832.5	1.13
			0.154	0.742	0.433	0.00300	0.275	0.194	1.345	672.5	1.47
2½	1.315	40	0.133	1.049	0.494	0.00600	0.344	0.275	2.690	1345	1.68
			0.179	0.957	0.639	0.00499	0.344	0.250	2.240	1120	2.17
3	1.660	40	0.140	1.380	0.668	0.01040	0.435	0.361	4.57	2285	2.27
			0.191	1.278	0.881	0.00891	0.435	0.335	3.99	1995	3.00
3½	1.900	40	0.145	1.610	0.800	0.01414	0.497	0.421	6.34	3170	2.72
			0.200	1.500	1.069	0.01225	0.497	0.393	5.49	2745	3.63
4	2.375	40	0.154	2.067	1.075	0.02330	0.622	0.541	10.45	5225	3.65
			0.218	1.939	1.477	0.02050	0.622	0.508	9.20	4600	5.02
4½	2.875	40	0.203	2.469	1.704	0.03322	0.753	0.647	14.92	7460	5.79
			0.276	2.323	2.254	0.02942	0.753	0.608	13.20	6600	7.66
5	3.500	40	0.216	3.068	2.228	0.05130	0.916	0.803	23.00	11500	7.58
			0.300	2.900	3.016	0.04587	0.916	0.759	20.55	10275	10.25
6	4.000	40	0.226	3.548	2.680	0.06870	1.047	0.929	30.80	15400	9.11
			0.318	3.364	3.678	0.06170	1.047	0.881	27.70	13850	12.51
7	4.500	40	0.237	4.026	3.17	0.08840	1.178	1.054	39.6	19800	10.79
			0.337	3.826	4.41	0.07986	1.178	1.002	35.8	17900	14.98
8	5.563	40	0.258	5.047	4.30	0.1390	1.456	1.321	62.3	31150	14.62
			0.375	4.813	6.11	0.1263	1.456	1.260	57.7	28850	20.78
9	6.625	40	0.280	6.065	5.58	0.2006	1.734	1.588	90.0	45000	18.97
			0.432	5.761	8.40	0.1810	1.734	1.508	81.1	40550	28.57
10	8.625	40	0.322	7.981	8.396	0.3474	2.258	2.089	155.7	77850	28.55
			0.500	7.625	12.76	0.3171	2.258	1.996	142.3	71150	43.39
12	10.75	40	0.365	10.020	11.91	0.5475	2.814	2.620	246.0	123000	40.48
			0.594	9.562	18.95	0.4987	2.814	2.503	223.4	111700	64.40
14	12.75	40	0.406	11.938	15.74	0.7773	3.338	3.13	349.0	174500	53.56
			0.688	11.374	26.07	0.7056	3.338	2.98	316.7	158350	88.57

Basados en ANSI B36. 10-1959, con autorización de ASME.

Fuente: MCCABE, Wannar. Operaciones Unitarias. p. 1 144.

$D_{inf}$ : Diámetro inferior=1,61 in

$A_{inf}$ : Área sección inferior= 0,01414 ft<sup>2</sup>

Conversión de diámetro pulgada a metro:

$$D_{inf} = 1,61 \text{ in} * \frac{1}{39,37 \text{ in}} = 0,041 \text{ m}$$

$$A_{inf} = 0,01414 \text{ ft}^2 * \frac{1 \text{ m}^2}{(3,28084 \text{ ft})^2} = 0,0013 \text{ m}^2$$

Velocidad de tubería es la siguiente:

$$V = \frac{q}{A}$$

$q$ : Flujo volumétrico, m<sup>3</sup>/s

$A$ : Área de tubería, m<sup>2</sup>

$$V = \frac{0,0011 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,85 \text{ m/s}$$

## 8. Número de Reynolds

$$N_{Re} = \frac{D\rho v}{\mu} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

Donde:

$N_{Re}$ : Número de Reynolds, adimensional

$D$ : Diámetro de tubería, m

$\rho$ : Densidad del líquido, , kg/m<sup>3</sup>

$v$ : Velocidad m/s

$\mu$ : Viscosidad kg/m \* s

Datos de Agua a 22°C se obtienen de la siguiente figura.

## Propiedades del agua líquida

Temperatura $T$ , °F	Viscosidad <sup>1</sup> $\mu$ , cP	Conductividad térmica <sup>2</sup> $k$ , Btu/ft · h · °F	Densidad <sup>3</sup> $\rho$ , lb/ft <sup>3</sup>	$\psi_f = \left( \frac{k^3 \rho^2 g}{\mu^2} \right)^{1/3}$
32	1.794	0.320	62.42	1410
40	1.546	0.326	62.43	1590
50	1.310	0.333	62.42	1810
60	1.129	0.340	62.37	2050
70	0.982	0.346	62.30	2290
80	0.862	0.352	62.22	2530
90	0.764	0.358	62.11	2780
100	0.682	0.362	62.00	3020
120	0.559	0.371	61.71	3530
140	0.470	0.378	61.38	4030
160	0.401	0.384	61.00	4530
180	0.347	0.388	60.58	5020
200	0.305	0.392	60.13	5500
220	0.270	0.394	59.63	5960
240	0.242	0.396	59.10	6420
260	0.218	0.396	58.53	6830
280	0.199	0.396	57.94	7210
300	0.185	0.396	57.31	7510

<sup>1</sup>De *International Critical Tables*, vol. 5, McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1929, p. 10.

<sup>2</sup>De E. Schmidt y W. Sellschopp, *Forsh. Geb. Ingenieurw.*, 3:277 (1932).

<sup>3</sup>Calculada a partir de J. H. Keenan y F. G. Keyes, *Thermodynamic Properties of Steam*, John Wiley & Sons., Inc. Nueva York, 1937.

Fuente: MCCABE, Wannner. Operaciones Unitarias. p. 1 147.

$$\mu = 0,982cP * \frac{1 * 10^{-3}kg/m * s}{1cP} = 0,000982 kg/m * s$$

$$\rho = 62,30 \frac{lb}{ft^3} * \frac{(3,28084ft)^3}{1m^3} * \frac{1kg}{2,2046 lb} = 997,96 kg/m^3$$

$$N_{Re} = \frac{0,0409m * 997,96 kg/m^3 * 0,85 m/s}{0,000982 kg/m * s}$$

$$N_{Re} = 35\ 330 \text{ flujo turbulento}$$

## 9. Cálculo de fricción

$$h_f = \left( 4f \frac{L}{D} + K_c + K_e + K_f \right) * \frac{V^2}{2} \quad \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

$h_f$ : Fricción que se produce por unidad de masa,  $J/kg$

$K_f$ : Factor de pérdida para accesorio, adimensional

$K_e$ : Coeficiente de pérdida por expansión, adimensional

$K_c$ : Coeficiente de pérdida por contracción, adimensional

$V$ : Velocidad media en el tubo,  $m/s$

$D$ : Diámetro de la tubería,  $m$

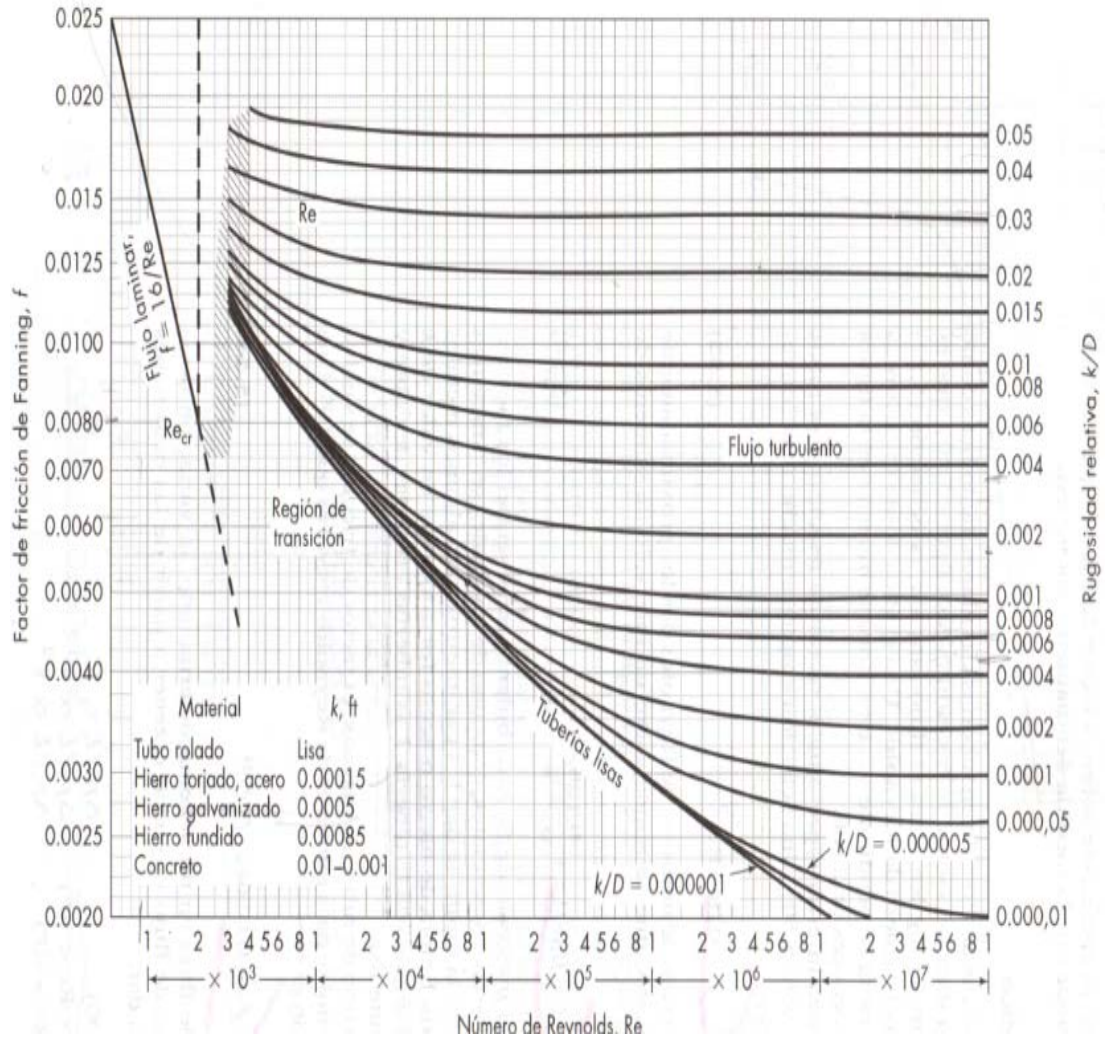
$L$ : Longitud de la tubería,  $m$

$f$ : Factor de fricción de Fanning, adimensional

Se obtiene el factor de fricción de Fanning por medio de la siguiente figura teniendo el  $N_{Re} = 35\ 330$ , diámetro 0,041m y utilizando el valor del acero comercial (0.0457 mm) se obtiene el siguiente valor de la rugosidad relativa.



## Factor de fricción para tuberías circulares



Fuente: MCCABE, Wanner. Operaciones Unitarias. p. 122.

$k$ : Parámetro de rugosidad

Rugosidad relativa= $k/D$

Rugosidad relativa= $0,0457 \text{ mm} / 41 \text{ mm}$

Rugosidad relativa= $0,0011$

$$f = 0,0063$$

Para obtener  $K_f$  se obtuvo el listado de los accesorios a partir de la siguiente figura.

### Coeficiente de pérdida por fricción en accesorios

Coeficientes de pérdida por fricción en accesorios de tubería con cuerda estándar<sup>9b</sup>

Accesorio	$K_f$
Codo estándar	
45°	0.35
90°	0.75
T	
En líneas rectas	0.4
Usados como codo	1.0
Retorno, 180°	1.5
Válvula de compuerta	
Semiabierta	4.5
Completamente abierta	0.17
Válvula de ángulo, completamente abierta	2.0
Válvula de globo, completamente abierta	6.0

Fuente: MCCABE, Wanner. Operaciones Unitarias. p. 131.

### Sumatoria de accesorios

Accesorio	$K_f$
Codo 90°	0,75
Codo 90°	0,75
Codo 90°	0,75
Válvula de compuerta	0,17
Total	2,42

Fuente: elaboración propia.

No hay coeficiente de pérdida por expansión ni contracción por lo que  $K_e$  y  $K_c = 0$

$$h_f = \left( 4f \frac{L}{D} + K_f \right) * \frac{V^2}{2}$$

$$h_f = \left( 4 * 0,0063 \frac{2,5m}{0,041m} + 2,42 \right) * \frac{(0,85 m/s)^2}{2}$$

$$h_f = 1,56 J/kg$$

### 10. Cálculo potencia de bomba

Correlación de la ecuación de Bernoulli debido a la fricción del fluido como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{P_a}{\rho} + gZa + \frac{\alpha_a V^2}{2} + \eta W_p = \frac{P_b}{\rho} + gZb + \frac{\alpha_b V_b^2}{2} + h_f \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

$P$ : Presión atmosférica

$g$ : Aceleración de la gravedad,  $m/s^2$

Z: Altura sobre el plano de referencia,  $m$

$\alpha$ : Factor de corrección energía cinética

V: Velocidad,  $m/s$

$\eta$ : Eficiencia global de la bomba, adimensional

$W_p$ : Trabajo de la bomba por unidad de masa del fluido,  $J/kg$

$h_f$ : Fricción que se produce por unidad de masa,  $J/kg$

Sabiendo que la presión atmosférica  $P_a=P_b$ , que la velocidad al punto a es despreciable debido al gran diámetro del tanque en comparación con el de la tubería y sabiendo que es un flujo turbulento  $\alpha=1$ . Teniendo una eficiencia de la bomba del 70%.

Se obtiene la siguiente ecuación:

$$\eta W_p = gZb + \frac{\alpha_b V_b^2}{2} + h_f$$
$$W_p = \frac{\left(9,80665 \text{ m/s}^2 * 6,6 \text{ m} + \frac{1 * (0,85 \text{ m/s})^2}{2} + 1,56 \text{ J/kg}\right)}{0,7}$$

$$W_p = 95,21 \text{ J/kg}$$

Cálculo velocidad flujo másico

$$\dot{m} = q * \rho$$

$$\dot{m} = 0,0011 \text{ m}^3/\text{s} * 997,96 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = 1,1 \text{ kg/s}$$

$$P = \dot{m}W_p$$

$$P = 1,1 \text{ kg/s} * 95,21 \text{ J/kg}$$

$$P = 104,73 \text{ J/s} * \frac{1 \text{ HP}}{745,701 \text{ J/s}} = 0,14 \text{ HP}$$

$$P = 1/2 \text{ HP}$$

## 11. Cálculo velocidad de llenado

Para un turno de 8h en el día para un 100% de eficiencia.

$$8h * \frac{60min}{1h} = 480min$$
$$\frac{2000 l}{480mi} * \frac{1gal}{3,7854 l} = 1,1 gal/min$$

## 12. Cálculo tiempo de vaciado de tanque

Teniendo la ecuación de continuidad:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 \quad \text{(Ecuación 20)}$$

Donde:

$v$ : Velocidad del fluido,  $m/s$

$S_1$ : Área sección circular del depósito,  $m^2$

$S_2$ : Área sección circular de orificio,  $m^2$

Ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho g y_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

Tienen contacto con el aire a la misma presión. Luego  $P_1 = P_2$  y la diferencia de alturas es  $y_1 - y_2 = h$

$$\rho g h + 1/2 \rho v_1^2 = 1/2 \rho v_2^2$$
$$v_2^2 = \rho(2gh + v_1^2)/\rho = 2gh + v_1^2$$
$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh$$

$$v_2^2 - \frac{S_2^2 v_2^2}{S_1^2} = 2gh$$

$$\frac{S_1^2 v_2^2 - v_2^2 S_2^2}{S_1^2} = 2gh$$

$$v_2^2 (S_1^2 - S_2^2) / S_1^2 = 2gh$$

$$v_2 = S_1 \sqrt{\frac{2gh}{S_1^2 - S_2^2}}$$

El volumen de fluido que sale del depósito en la unidad de tiempo es  $v_2 S_2$  y en el tiempo  $dt$  será

$$- \int_H^h \frac{dh}{\sqrt{h}} = S_2 \sqrt{\frac{2g}{S_1^2 - S_2^2}} \int_0^t dt$$

$$2\sqrt{H} - 2\sqrt{h} = S_2 \sqrt{\frac{2g}{S_1^2 - S_2^2}} * t$$

Cuando  $h=0$  se despeja el tiempo  $t$  que tarda el depósito en vaciarse.

$$t = \sqrt{\left(\frac{S_1^2}{S_2^2} - 1\right) \frac{2H}{g}}$$

Si  $S_1 \gg S_2$  se desprecia la unidad

$$t = \frac{S_1}{S_2} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$S_1 = \pi r^2$$

$$S_1 = \pi(0,59m)^2 = 1,09m^2$$

$$S_2 = \pi(0,019m)^2 = 0,001134m^2$$

$$t = \frac{1,09m^2}{0,001134m^2} \sqrt{\frac{2 * 1,18m}{9,80665 m/s^2}}$$

$$t = 471,53 s * \frac{1 min}{60 s} = 7,9 min$$

### 13. Cálculo tiempo de agitación

Donde:

$D_a$ : Diámetro del impulsor,  $m$

$\rho$ : Densidad del líquido,  $kg/m^3$

$\mu$ : Viscosidad  $kg/m * s$

$N$ : Velocidad de giro,  $r/s$

$N_{Re}$ : Número de Reynolds

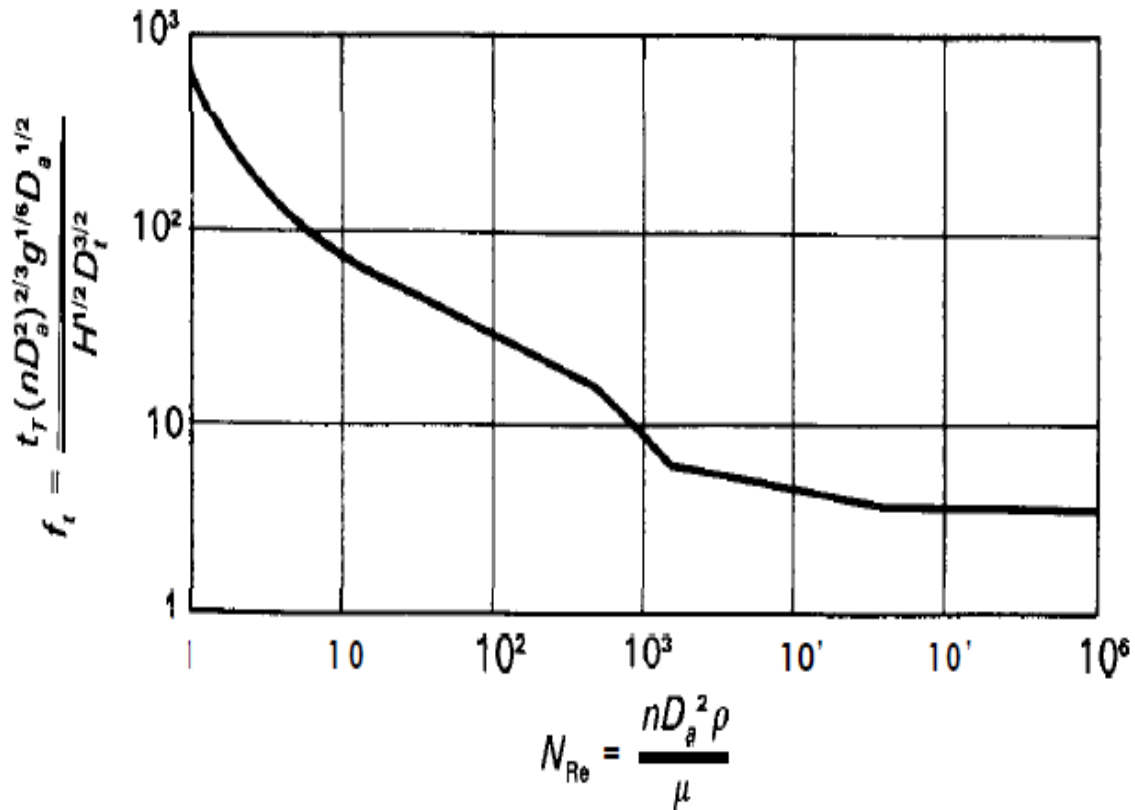
$$N_{Re} = \frac{NDa^2\rho}{\mu}$$

(Ecuación 21)

$$N_{Re} = \frac{5 \frac{r}{s} * (0.39m)^2 * 967 kg/m^3}{0.00233 kg/m * s}$$

$$N_{Re} = 315\ 62$$

## Tiempos de mezclado en tanques agitados



Fuente: MCCABE, Wanner. Operaciones Unitarias. p. 184.

El factor del tiempo de mezclado es de:

$$f_t = nt_T \left(\frac{D_a}{D_t}\right)^2 \left(\frac{D_t}{H}\right)^{1/2} \left(\frac{g}{n^2 D_a}\right)^{1/6}$$

$$5 = 5 \frac{r}{s} t_T \left(\frac{0,39}{1,18}\right)^2 \left(\frac{1,18}{1,18}\right)^{1/2} \left(\frac{9,80665}{5^2 0,39}\right)^{1/6}$$

$t_T$ :Tiempo de mezcla,

$$t_T = 9,15 \text{ s}$$



#### 14. Cálculo densidad

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{(Ecuación 22)}$$

Donde:

$\rho$ : Densidad del líquido, *g/ml*

*m*: Masa líquido, *g*

*V* : Volumen líquido, *ml*

Para la primera corrida del detergente desinfectante utilizando el agente activo de cloruro de benzalconio:

$$\rho = \frac{48,35 \text{ g}}{50 \text{ ml}}$$
$$\rho = 0,967 \text{ g/ml}$$

Siguiendo el mismo procedimiento se calcularon los datos de las Tabla XXIII.

#### 15. Método hisopado

Unidades formadoras de colonia

$$UFC_o = 38000000 \text{ UFC} / 50\text{cm}^2$$

$$UFC_o = 760 \text{ 000 UFC/cm}^2$$

Según los resultados obtenidos de la tabla se utiliza los valores para los tres tiempos y los tres microorganismos a partir de la siguiente ecuación:

$$UFC = \frac{C * D}{AREA} \quad \text{(Ecuación 23)}$$

Donde:

*UFC*: Unidades formadoras de colonia por área, *UFC/cm2*

*C*: Media del número de colonias en las dos placas.

*D*: Factor de la Dilución.

$$UFC_f = \frac{56 UFC}{50 cm^2}$$
$$UFC_f = 1,12 UFC/cm^2$$

Se realizó para las demás corridas de los diferentes tiempos, agentes activos y microorganismos que se ven en las tablas VII-XII

## 16. Porcentaje de eliminación

$$\%Eliminación = \frac{\log_{10}UFC_o - \log_{10}UFC_f}{\log_{10}UFC_o} * 100 \quad \text{(Ecuación 24)}$$

*%P<sub>elimina</sub>* Porcentaje de eliminación, %

*UFC<sub>f</sub>* Cantidad de unidades formadoras de colonias finales en cierta área, *UFC/cm<sup>2</sup>*

*UFC<sub>o</sub>* Cantidad de unidades formadoras de colonias iniciales en cierta área, *UFC/cm<sup>2</sup>*

Utilizando los valores anteriores para el detergente desinfectante con cloruro de benzalconio para 5 min:

$$\%Eliminación = \frac{\log_{10}(760\ 000) - \log_{10}(1,12)}{\log_{10}(760\ 000)} * 100$$

$$\%Eliminación = 99,16\%$$

De igual forma se realizó para los demás tiempos y diferentes microorganismos. Ver en las tablas XIX-XX

## 17. Coeficiente fenólico

$$C.F = \frac{\text{Mayor dilución de desinfectante que inhiba el crecimiento en 10 pero no en 5}}{\text{Mayor dilución de fenol que inhiba el crecimiento en 10 pero no en 5}} \quad \text{(Ecuación 25)}$$

Para el desinfectante A de Cloruro de Benzalconio se tiene que la dilución es de 1/50 y para el fenol para el microorganismo *E.Coli* 1/90

$$C.F = \frac{(1/50)}{(1/90)}$$

$$C.F = 1.8$$

De la misma forma se realizó para los demás desinfectante y microorganismos. Ver tablas XII-XVIII

## 18. Estadístico de prueba

Se utilizó un nivel de confianza al 95% debido a que a nivel de investigación se debe de tomar este como un parámetro para la aceptación de una hipótesis nula. Se aplicó el estadístico de prueba con base a la distribución de t Student debido a que se cuenta con datos menores a 30 elementos en nuestro muestreo y se conoce la desviación estándar muestral, se compara si no existe diferencia significativa entre las mismas.

$$S^2 p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad \text{(Ecuación 26)}$$

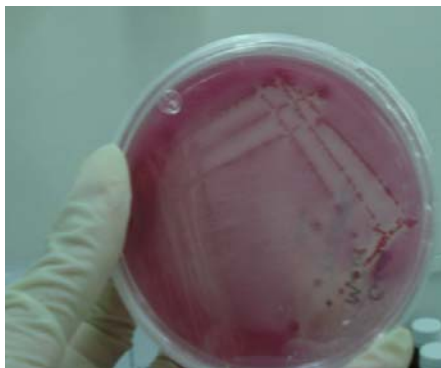
$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S^2 p}{n_1} + \frac{S^2 p}{n_2}}} \quad \text{(Ecuación 27)}$$

El dato anterior nos indica si se acepta o no la hipótesis. Ver valores en tablas XLIII-LII.



## APÉNDICE D. FOTOGRAFÍAS

### Muestra de Cepa *Staphylococcus*



Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

### Elaboración de caldos



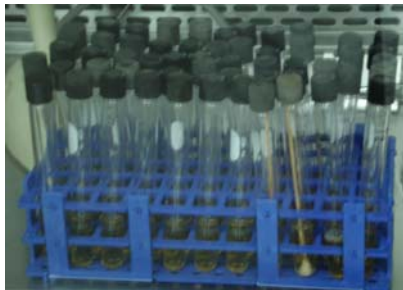
Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## Muestras detergente desinfectante



Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## Método Hisopado



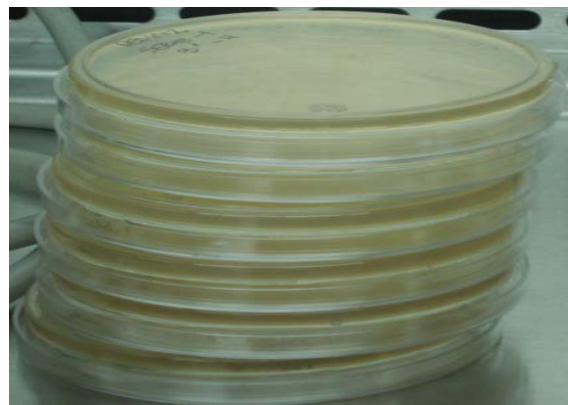
Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## Área de evaluación



Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## Muestras a incubar



Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

## Método Coeficiente fenólico



Fuente: elaboración propia. Laboratorio LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.



## ANEXO 1. CERTIFICADOS DE ANÁLISIS

### Cloruro de Benzalconio

**JIANGYIN TRUST INTERNATIONAL INC.**

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

PRODUCT NAME: BENZALKONIUM CHLORIDE 80%  
BATCH NO: 090831  
QUANTITY: 400KGS  
MANUFACTURING DATE: AUG 31,2009  
EXPIRY DATE: AUG 30,2010  
REPORT DATE: AUG 31,2009

REVISADO 22 DIC. 2009

ITEM	SPECIFICATION	RESULT
Appearance	Pale yellow transparent liquid	Pale yellow transparent liquid
Active content	78.0% ~ 82.0%	80.31
Amine salt	≤1.6%	0.32
PH (1% water solution)	6.0 ~ 8.0	6.76
Density (20°C)	0.940 ~ 0.960 g/cm <sup>3</sup>	0.949

江阴市信诚贸易有限公司 WANGJUN  
JIANGYIN TRUST INTERNATIONAL INC.

Fuente: planta productos químicos.

# Clorexidina



## Basic Pharma Life Science Pvt. Ltd.

NAME OF PRODUCT	: CHLORHEXIDINE CHLORHEXIDINE	GLUCONATE SOLUTION BP / DIGLUCONATE SOLUTION EP
BATCH NO.	: 09BPLS/CHG028	A.R. NO. : 9FP050
MANUFACTURING DATE	: AUG - 2009	BATCH SIZE : 5490 Kg
EXPIRY DATE	: JULY - 2012	QTY. SAMPLED : 150 g
ALL TEST AS PER	: BP / EP	H S CODE : 29181690

### CERTIFICATE OF ANALYSIS REVISADO 4 3 NOV. 2009

TEST	REQUIREMENTS	RESULTS			
Description	An almost colourless or pale- yellowish liquid, miscible with water, with not more than 3 parts of acetone and with not more than 5 parts of ethanol ( 96 per cent )	An almost colourless liquid, miscible with water, with not more than 3 parts of acetone and with not more than 5 parts of ethanol			
Identification	First identification : A, B. Second identification : B,C,D.	Complies			
Relative density	Between 1.06 To 1.07 determined at 20 °c	1.064			
pH	Dilute 5.0 ml to 100.0 ml with carbon dioxide free water R. The pH of solution is 5.5 to 7.0	5.78			
Chloroaniline	Not more than 0.25 per cent ( with reference to chlorhexidine digluconate at a nominal concentration of 200 g/l )	Complies			
Related substance	Not more than 3.0 %	Complies			
Assay	Chlorhexidine digluconate solution is an aqueous solution which contains not less than 190 g/l. and not more than 210 g/l. of 1,1'-hexamethylenebis[5-(4-chlorophenyl)-biguanide] di(D-digluconate ).	200.78 g/l			
<b>Additional test</b>					
Colour Test	Absorbance not more than 0.03 at 480 nm	0.010 Abs			
<b>REMARKS</b> : The material complies / does not comply with respect to the above specifications					
Prepared by	: R. T. Singh	Checked by	: M. D. Thumar	Approved by	: S. C. Patoliya
Date	: 04-08-2009	Date	: 04-08-2009	Date	: 04-08-2009



AN ISO 9001:2000 COMPANY

Quantity is Must but Quality is First

Fuente: planta productos químicos.


## Cetrimida

**Tatva Chintan Pharma Chem Pvt. Ltd.**



CERTIFICATE OF ANALYSIS		
NAME OF PRODUCT : CETRIMIDE BP	CAS NO: 8044-71-1	MFG. DATE :26-07-2009
BATCH NO : ACTMD09080	DRUG LIC. NO. : G/1659 DT. 27/2/2004.	EXP. DATE :25-07-2014
TEST	SPECIFICATION	TEST RESULT
Characteristics	A white or almost white voluminous free-flowing powder, odor slight & characteristic	A white or almost white voluminous free-flowing powder, odor slight & characteristic
Solubility	Freely Soluble in water, in chloroform & in ethanol(96%) in chloroform, practically insoluble in ether	Complies  REVISADO 23 NOV. 2009
Identification	To comply as per BP	Test A,B,C,D & E are Complies
Acidity or alkalinity	NMT 0.1 ml of ether 0.1 M. hydrochloric acid or 0.1M .Sodium hydroxide solution is required to change the colour of solution	Complies
Clarity & colour of solution	2.0% in Carbon dioxide free water is clear & colourless	Complies
Amines & Amine salts	If two inflections are observed the volume of titrant added between the two points is not greater than 2.0ml	Complies
Loss on drying	NMT 2 % w/w	0.40 % w/w
Sulphated ash	NMT 0.5 % w/w	0.14 % w/w
Assay.	Between 96% - 101 % w/w	99.65 % w/w

**RESULT:** The product complies as per BP.

  
 ANALYSED BY  
 (CHEMIST-Q.C.)  
 DATE: 02-08-09

  
 APPROVED BY  
 (MANAGER-Q.C.)  
 DATE: 02-08-09

Fuente: planta productos químicos.

## ANEXO 2. Datos t Student



Tabla de valores críticos de la distribución t de Student

		Niveles de Significancia DOS COLA								
		0.500	0.250	0.200	0.100	0.050	0.025	0.020	0.010	0.005
1		1.00	2.41	3.08	6.31	12.71	25.45	31.82	63.66	127.32
2		0.82	1.60	1.89	2.92	4.30	6.21	6.96	9.92	14.09
3		0.76	1.42	1.64	2.35	3.18	4.18	4.54	5.84	7.45
4		0.74	1.34	1.53	2.13	2.78	3.50	3.75	4.60	5.60
5		0.73	1.30	1.48	2.02	2.57	3.16	3.36	4.03	4.77
6		0.72	1.27	1.44	1.94	2.45	2.97	3.14	3.71	4.32
7		0.71	1.25	1.41	1.89	2.36	2.84	3.00	3.50	4.03
8		0.71	1.24	1.40	1.86	2.31	2.75	2.90	3.36	3.83
9		0.70	1.23	1.38	1.83	2.26	2.69	2.82	3.25	3.69
10		0.70	1.22	1.37	1.81	2.23	2.63	2.76	3.17	3.58
11		0.70	1.21	1.36	1.80	2.20	2.59	2.72	3.11	3.50
12		0.70	1.21	1.36	1.78	2.18	2.56	2.68	3.05	3.43
13		0.69	1.20	1.35	1.77	2.16	2.53	2.65	3.01	3.37
14		0.69	1.20	1.35	1.76	2.14	2.51	2.62	2.98	3.33
15		0.69	1.20	1.34	1.75	2.13	2.49	2.60	2.95	3.29
16		0.69	1.19	1.34	1.75	2.12	2.47	2.58	2.92	3.25
17		0.69	1.19	1.33	1.74	2.11	2.46	2.57	2.90	3.22
18		0.69	1.19	1.33	1.73	2.10	2.45	2.55	2.88	3.20
19		0.69	1.19	1.33	1.73	2.09	2.43	2.54	2.86	3.17
20		0.69	1.18	1.33	1.72	2.09	2.42	2.53	2.85	3.15
21		0.69	1.18	1.32	1.72	2.08	2.41	2.52	2.83	3.14
22		0.69	1.18	1.32	1.72	2.07	2.41	2.51	2.82	3.12
23		0.69	1.18	1.32	1.71	2.07	2.40	2.50	2.81	3.10
24		0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.39	2.49	2.80	3.09
25		0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.38	2.49	2.79	3.08
26		0.68	1.18	1.31	1.71	2.06	2.38	2.48	2.78	3.07
27		0.68	1.18	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.77	3.06
28		0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.76	3.05
29		0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.36	2.46	2.76	3.04
30		0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.46	2.75	3.03
31		0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.45	2.74	3.02
32		0.68	1.17	1.31	1.69	2.04	2.35	2.45	2.74	3.01
33		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.01
34		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.00
35		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.44	2.72	3.00
36		0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
37		0.68	1.17	1.30	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
38		0.68	1.17	1.30	1.69	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
39		0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
40		0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.42	2.70	2.97
		0.250	0.125	0.100	0.050	0.025	0.013	0.010	0.005	0.003



Niveles de Significancia UNA COLA

Fuente: DEVORE, Jay. Probabilidad y Estadística. p. 743.